



# ESCOLA NAVAL

talant de biẽ faire



Departamento Ciências do Mar

**Emanuel Rodrigues Marante**

**Emprego de Veículos Aéreos Não Tripulados Comerciais (*Unmanned Aircraft Systems commercial off the shelf*– UAS COTS) em operações  
ofensivas contra navios e instalações portuárias**

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na especialidade de  
Marinha



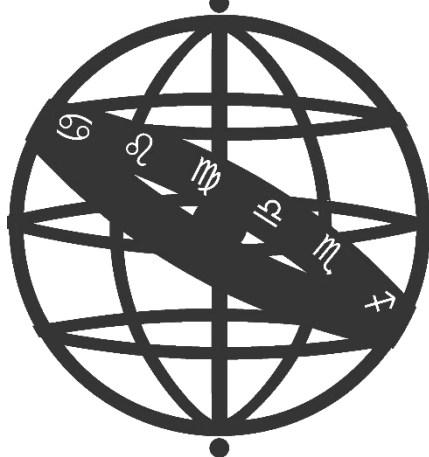
Alfeite,  
2019





# ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire



**Emanuel Rodrigues Marante**

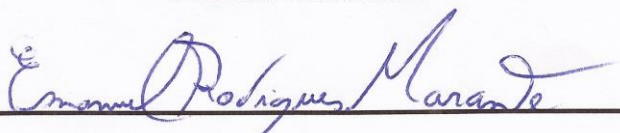
**Emprego de Veículos Aéreos Não Tripulados comerciais (*Unmanned Aircraft Systems commercial off the shelf*– UAS COTS) em operações ofensivas contra navios e instalações portuárias**

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha**

Orientação de: Professor Doutor Victor Lobo

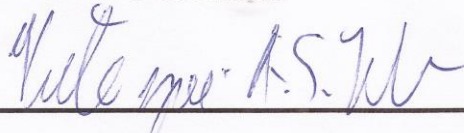
Coorientação de: Capitão-Tenente FZ Pereira da Silva

O Aluno Mestrando



ASPOF M Rodrigues Marante

O Orientador



Professor Doutor Victor Lobo

Alfeite

2019



## **Epígrafe**

*“God’s in His heaven, All’s right with the world”* (BROWNING, 1841)



## **Dedicatória**

À minha família e amigos responsáveis por eu ser quem sou hoje.





## Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor Victor Lobo, por ter me orientado e ajudado na obtenção dos recursos para a realização da experimentação desta dissertação de mestrado.

Gostaria de agradecer ao Capitão-Tenente Pereira da Silva, por me ter ajudado durante a elaboração desta dissertação de mestrado como coorientador da mesma.

Ao Capitão-de-Mar-e-Guerra Farinha Alves, por ter transmitido o seu conhecimento à minha pessoa dando o exemplo da sua experiência pessoal

Ao Capitão-de-Fragata Anjinho Mourinha, por ter apresentado esta oportunidade de realizar esta dissertação.

Ao Tenente-Coronel Paulo Rosendo, por me ter recebido e direcionado para as entidades responsáveis pela implementação de UAS no Exército.

Ao Capitão-Tenente Neves Simões, por me ter apoiado durante a elaboração do plano para a realização desta dissertação.

Ao Capitão-Tenente Silva Ângelo, por ter dado um apoio enorme para a realização da experimentação, sendo que sem a mesma esta dissertação não estaria completa.

Ao CINAV, por ter disponibilizado fundos para a realização desta dissertação de mestrado, no âmbito do projeto CAMELOT.

Ao Primeiro-Tenente Mendes Lança e à Célula de Experimentação Operacional de Veículos (CEOV), sem o apoio destes, esta dissertação não seria possível.

Ao Capitão João Chora e ao Primeiro-Sargento Joaquim Machado, por terem demonstrado uma forte capacidade de partilha de conhecimentos acerca deste tema.

Às guarnições dos NRP *Vasco da Gama* e NRP *António Enes*, pela participação na realização dos testes desta mesma dissertação.

Ao pessoal do DAF da Escola Naval, por terem adquirido os UAS COTS necessários para a realização desta dissertação.

À câmara de oficiais e guarnição do NRP *Corte Real*, por terem disponibilizado o seu tempo para a realização do meu estágio de navegação.

Aos meus camaradas, os Aspirantes a Oficial Hipólito Lopes e Costa Teles, pela ajuda e apoio fornecido durante a realização desta dissertação.

## Resumo

Com o despoletar do conflito na Síria, verificou-se um escalar na adaptabilidade por parte do maior responsável pela mesma, o grupo insurgente conhecido como *ISIS* (grupo terrorista da Síria e do Iraque). Embora esse mesmo grupo tenha recursos limitados, encontrou uma solução barata e acessível no mercado, os *Unmanned Aircraft Systems Commercial Off The Shelf* (UAS COTS), mostrando que um simples *UAS COTS*, vocacionado para o mundo civil, pode ser adaptado como ferramenta do terror ou para realizar ações de espionagem.

Esta dissertação apresenta um estudo sobre as capacidades dos *UAS COTS*, identificando vantagens da sua utilização para a realização de operações ofensivas contra navios e instalações portuárias. Para a elaboração desta dissertação, foram utilizados artigos, estudos na área, publicações NATO (*North Atlantic Treaty Organization*) e entrevistas informais para recolha de informação base. Depois de analisada a informação recolhida pelo autor desta dissertação, foram realizados testes no terreno com o objetivo de verificar as capacidades dos *UAS COTS* e identificar novas capacidades que não tenham sido identificadas durante a recolha de informação.

A mesma dissertação conclui com a apresentação dos resultados obtidos, propostas de procedimentos para a utilização deste tipo de sistemas e propostas para futuras investigações relacionadas com *UAS COTS*.

## Palavras-chave

*Unmanned Aerial Systems, Commercial off the shelf, Operações ofensivas*



## **Abstract**

With the outbreak of the conflict in Syria, there has been a scaling in adaptability on the part of the largest party responsible for it, the insurgent group known as the ISIS (terrorist group from Syria and Iraq). While the same group has limited resources, it had found a cheap and affordable solution on the market, Unmanned Aircraft Systems Commercial Off the Shelf (UAS COTS), showing that a simple civil-oriented UAS COTS, can be retrofitted as a tool of terror or even to perform spying actions.

This dissertation presents a study about the capabilities of UAS COTS, identifying advantages of its use for offensive operations against ships and port facilities. For the preparation of this dissertation, the author makes use of articles, studies in the area, publications from North Atlantic Treaty Organization (NATO) and informal interviews were used to collect basic information. Based on the information collected by the author of this dissertation, field tests were carried out to verify the capabilities of UAS COTS and identify new capacities that was not identified during data collection.

The same dissertation concludes with the presentation of the obtained results, proposals for procedures for the use of this type of systems and research proposals.

## **Keywords**

*Unmanned Aerial Systems, Commercial off the shelf, Offensive operations*



## Índice

<b>Epígrafe .....</b>	<b>iii</b>
<b>Dedicatória .....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimentos.....</b>	<b>vii</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice de Figuras e Imagens .....</b>	<b>xv</b>
<b>Índice de Tabelas .....</b>	<b>xvii</b>
<b>Lista de Abreviaturas e Acrónimos.....</b>	<b>xix</b>
<b>Glossário .....</b>	<b>xxi</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Definição e Classificação .....</b>	<b>5</b>
1.1. Definição de UxS.....	5
1.2. Definição de UAS segundo a NATO.....	7
<b>2. História .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Conceito de Emprego Operacional .....</b>	<b>13</b>
3.1. Análise de Operações .....	13
3.1.1. Vertente Militar .....	13
3.1.2. Ações Irregulares e de Terrorismo .....	15
3.1.2.1. ISIS e a Utilização de <i>UAS COTS</i> .....	16
3.2. Vantagens e Capacidades dos UASs COTS .....	18
3.3. Introdução às Operações Anfíbias .....	22
3.4. Caraterização da Área de Operações .....	24
3.5. Possibilidade de apoio ao C2 .....	26
<b>4. Construção dos Testes Realizados.....</b>	<b>31</b>
4.1. Operações de Reconhecimento Tático.....	32

4.2. Operações de Ataques Cinéticos .....	33
4.3. Operações de Transporte de Carga .....	34
4.4. Operações de Apoio ao C2 .....	35
<b>5. Análise de Resultados .....</b>	<b>37</b>
5.1. Teste de <i>payload</i> .....	37
5.2. Teste de capacidades de C2 .....	38
5.3. Teste de recolha de informação pelos sensores/manobrabilidade .....	39
5.4. Teste do dispositivo de lançamento de granada .....	41
<b>6. Conclusão.....</b>	<b>43</b>
6.1. Conclusões gerais dos testes realizados.....	43
6.2. Possíveis <i>Tactics, Techniques and Procedures (TTP's)</i> .....	43
6.4. Conclusões finais .....	44
6.3. Recomendações para futuras investigações.....	45
<b>Referências Bibliografias .....</b>	<b>47</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>49</b>
RELATÓRIO EXERCICIO UAV COTS (APÊNDICE-A).....	51
RELATÓRIO EXERCICIO UAV COTS (APÊNDICE-C) .....	61
RELATÓRIO EXERCICIO UAV COTS (APÊNDICE-C) .....	62
<b>Anexo .....</b>	<b>71</b>
ANEXO A (Drones Operating in Syria and IRAQ) .....	73
ANEXO B-(MCRP 3-20.5) .....	77



## Índice de Figuras e Imagens

Figura 1- Representação geral da estrutura hierárquica RAMP referência:(MARQUES, 2018) .....	5
Figura 2 - Esquema dos Blocos Principais pertencente ao RAMP fonte:(MARQUES,2018).....	6
Figura 3- Esquema dos componentes do UAS. fonte:(JAPCC,2010) .....	9
Figura 4-Classificação de UAS segundo NATO fonte: (NATO, 2014) .....	9
Figura 5-Pioneer RQ- 2A UAV fonte:(airandspace.si.edu).....	13
Figura 6- Predator B fonte:(airforce-technology.com) .....	14
Figura 7-MIRSAD 1 fonte: MIASNIKOV, 2004.....	16
Figura 8- Exemplo de um DJI Phantom adaptado para lançamento de projétil fonte:(RASSLER, 2018).....	17
Figura 9 - Base Naval de Lisboa fonte:( google.maps) .....	24
Figura 10- Porto de Lisboa fonte:(google.maps) .....	25
Figura 11 - Areas de Harbour Protection fonte:(NATO, 2017) .....	25
Figura 12-Esquemática de C2 para a Classe I de UAS fonte: NATO,2014 .....	27
Figura 13- Ciclo de intelligence fonte MCRP, 2015 .....	29
Figura 14 - Parrot Disco FPV .....	31
Figura 15- Parrot Bebop 2 .....	31
Figura 16-Exemplo de aproximações .....	33
Figura 17- Montagem do dispositivo de lançamento da granada no UAV COTS .....	35
Figura 18- Área de operações Hotel de Muxito fonte: google.maps .....	36
Figura 19 - Parrot a tentar levantar 510g e a operar com 400g.....	38
Figura 20 - Parrot a levantar	
Figura 21-1ª e 2ª deteção dos elementos opositores .....	38
Figura 22- Imagem da fragata Vasco da Gama .....	39
Figura 23 - Caminho seguido pelo Parrot Bebop 2, para realizar os 300 m.....	41
Figura 24 - Parrot Bebop2 armado para lançar granada de instrução.....	41
Imagem 25 - UAS COTS Parrot Disco FPV. Fonte: Fotografia dos autores. ...	54
Imagem 26 - UAS COTS Parrot Bebop 2 FPV. Fonte: Fotografia dos autores.	54

Imagem 27 - Imagem da Base Naval de Lisboa, obtida pelo Parrot Disco FPV. Note-se na posição 1 o NRP Vasco da Gama e na posição 2 o NRP António Enes. Fonte: UAS COTS operado pelos autores. ....	55
Figura 28 - Percurso realizado pelo Parrot Disco durante o exercício. Note-se que o mesmo foi lançado na posição1. ....	56

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1- UAV COTS com melhor capacidade. fonte:( <a href="http://centraldrones.pt/">http://centraldrones.pt/</a> )	21
Tabela 2 - Material complementar para a realização das ações experimentais ..	32
Tabela 3 - Tabela a título de exemplo a ser preenchida.....	34
Tabela 4- Tabela referente aos resultados do teste de payload.....	37



## Lista de Abreviaturas e Acrónimos

APR – Aeronave pilotada remotamente  
ATP – *Allied Tactical Publication*  
BVLOS – *Beyond Visual Line of Sight*  
C2 – *Command and Control*  
CEMA – Chefe de Estado Maior da Armada  
COTS – *Commercial off the shelf*  
CSD – *Center for the Study of the Drones*  
CTC – *Combating Terrorism Center*  
DR – Diário da República  
EO – Electro Óticos  
FPV – *First Person View*  
g – grama  
GHz – *Gigahertz*  
IACO – *International Civil Aviation Organization*  
IED – *Improvised Explosive Device*  
JAPCC – *Joint Air Power Competence Center*  
JCGUAV – *Joint Capabilities Group on Unmanned Aerial Vehicles*  
km – quilómetros  
m – metro  
pag. – página  
para. – parágrafo  
RAMP – *Reference Advance Model from Portugal*  
RPA – *Remotely Piloted Aircraft*  
RPAS – *Remotely Piloted Aircraft System*  
SOF – *Special Operations Force*  
UA – *Unmanned Aircraft*  
UAS – *Unmanned Aircraft System*  
UAV – *Unmanned Aerial Vehicle*  
US – *United States*  
VLOS – *Visual Line of Sight*



## Glossário

«Aeronave não tripulada» - *Unmanned Aircraft*, aeronave que se destina a operar sem piloto a bordo, a qual tem capacidade para operar autonomamente ou ser pilotada remotamente (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Aeronave pilotada remotamente» - *Remotely Piloted Aircraft*, aeronave não tripulada que é pilotada a partir de uma estação de piloto remoto (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Estação de piloto remoto» - Componente do sistema de aeronaves pilotadas remotamente, onde se encontram os equipamentos utilizados para pilotar a aeronave pilotada remotamente (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Vista em primeira pessoa» - *First person view*, modo de operação de uma RPA em que o piloto remoto monitoriza a posição da aeronave através de uma câmara instalada na mesma (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Operador» - Pessoa, organização ou empresa envolvida, ou que se propõe envolver, na operação de uma ou mais aeronaves pilotadas remotamente (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Operação autónoma» - Operação durante a qual a aeronave pilotada remotamente é operada sem a intervenção do piloto remoto na gestão do voo (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Operação à linha de vista» - *Visual Line of Sight*, operação segundo as regras de visual em que o piloto remoto ou o observador da aeronave pilotada remotamente mantém contacto visual direto, sem ajuda, com a referida aeronave (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Operação além da linha de vista» - *Beyond Visual Line of Sight*, operação onde nem o piloto remoto nem o observador da aeronave pilotada remotamente conseguem manter contacto visual direto, sem ajuda, com a respetiva aeronave (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Piloto remoto» - Pessoa que exerce as funções essenciais da operação de uma aeronave não tripulada e que manipula, programa ou manuseia os controlos ou comandos de voo, conforme apropriado, durante o tempo de voo (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Sistema de aeronave pilotada remotamente» - *Remotely Piloted Aircraft System*, sistema que compreende a aeronave pilotada remotamente, a estação de piloto remoto associada, os canais de comunicação para o comando e controlo requeridos e quaisquer

outros componentes, conforme especificado no projeto do sistema (DR 1093/2016, 14 de dezembro).

«Unmanned Aircraft System» - Um sistema cujos componentes incluem a aeronave não tripulada, estrutura de apoio e todo o equipamento e pessoal necessário para o controlo da aeronave não tripulada (NATO, 2018).

«Commercial off-the-shelf» - Produto comercializável disponível no mercado, de fácil aquisição e normalmente utilizado sem modificações (NATO, 2018).

«Reconnaissance» - Missão utilizada para obter, por meios visuais ou outros métodos de deteção, informação sobre atividades e capacidades de um inimigo ou potencial inimigo, também utilizado como forma de obter dados geográficos, hidrográficos ou meteorológicos acerca de uma área particular (NATO, 2018).

«Amphibious Reconnaissance» - Desembarque anfíbio conduzido por um grupo pequeno de elementos, normalmente utilizando furtividade em vez de excesso de força, com o propósito de assegurar informação, sendo normalmente seguido de uma retirada planeada (NATO, 2018).



## Introdução

Nos últimos anos foi possível assistir a uma verdadeira revolução no modo de conduzir operações militares, provocada pela evolução e utilização de sistemas de veículos não tripulados, como atestado no artigo da AFCEA<sup>1</sup>: *“Robots, drones, automated devices they are but a few of names given to unmanned systems proliferating across the military and the commercial sector. The sky’s the limit for unmanned aerial vehicles, and no ocean is too deep for their underwater counterparts.”* (SHEA, 2017). Para além de estes sistemas fornecerem a capacidade de operar a uma distância de segurança, protegendo assim o seu operador, o seu baixo custo e a capacidade de serem facilmente adaptados tornam ainda mais apelativas a sua utilização e implementação como equipamento de uma força.

Nesta dissertação pretende-se estudar e testar a possibilidade de utilização de UAS COTS na realização de ações ofensivas contra navios e instalações portuárias.

A mesma dissertação insere-se também nos esforços que a Marinha Portuguesa se encontra a realizar para edificar capacidades de utilização de UAS, sendo estes esforços decididos por sua Ex. Senhor Almirante CEMA e Autoridade Marítima Nacional: *“Incrementar as capacidades no âmbito dos veículos não tripulados (de superfície, submarinos e aéreos), potenciando o seu emprego e a sua utilização operacional, bem como as capacidades defensivas contra este tipo de sistemas, através do desenvolvimento de conceitos e de experimentação operacional adequados e do apoio à investigação e desenvolvimento, em parceria com as entidades nacionais e internacionais relevantes.”* (MARINHA, 2018, pp 23-24).

Neste âmbito a Marinha participa no projeto CAMELOT, que visa a exploração e a utilização de sistemas não tripulados (aéreos, de superfície, e subsuperfície) em operações navais. Assim sendo esta dissertação contribui diretamente para este projeto, tendo a mesma sido apoiada financeiramente para a aquisição de UAS COTS.

De facto, ao estudar os métodos de ataque com sistemas comerciais pode-se compreender muito melhor as vulnerabilidades e capacidades destes sistemas e assim identificar de que forma os mesmos podem estes sistemas ser implementados numa força anfíbia.

---

<sup>1</sup> Armed Forces Communications and Electronics Association

Como foi dito por Temístocles<sup>2</sup>, “*Aquele que domina o mar tem o domínio de tudo*”.

Os portos são pontos chave para a mobilidade estratégica, sendo estes responsáveis por receber 90% de todo o material militar, durante uma operação militar, tornando-os assim pontos logísticos de apoio (NATO, 2017). Pode-se, portanto, considerar que os portos são um objetivo militar a ter em conta, tornando-se necessário adquirir o seu controlo ou negar a sua utilização, entrando estas ações no âmbito das operações anfíbias.

Esta dissertação de mestrado aborda a hipótese de utilização de UAS COTS como uma nova ferramenta a ser utilizada em teatro operacional, nomeadamente ataques a navios e instalações portuárias. Esta ferramenta, para além de ter a vantagem de salvaguardar as vidas do pessoal envolvido durante a execução de ações, é apresentado como um meio de baixo custo (DELGADO, 2018).

Deste modo, esta dissertação de mestrado tem três objetivos principais:

- Estudar as capacidades dos UAS COTS;
- Estudar possíveis aplicações em operações anfíbias;
- Elaborar propostas de procedimentos, relativos a UAS COTS para operar em ambientes portuários;

Para atingir os objetivos acima descritos, foi elaborada a questão central:

*Quais as vantagens da utilização deste meio para a Marinha?*

Inerente à questão central, surgiram as seguintes questões secundárias:

- Quais as capacidades destes meios?
- Onde e quando já foram utilizados os UAS COTS?
- Que doutrina existe relativa à utilização de UAS COTS?
- É possível a utilização deste meio pela Marinha Portuguesa, no âmbito das operações ofensivas contra unidades navais e instalações portuárias?

Para responder às questões acima, recorreu-se ao método de recolha de informação, consultando notícias nacionais e internacionais, documentos, relatórios,

---

<sup>2</sup> General grego, 500 a.C. nascido em Atenas, responsável por tornar Atenas na maior potência naval helénica, sendo também responsável por criar a estratégia na batalha naval de Salamina, derrotando assim os persas.

vídeos e publicações subordinadas de alguma maneira a este assunto e realizando entrevistas a militares da Marinha que utilizam este meio profissionalmente ou apenas por lazer, bem como a militares do Exército Português e da Força Aérea Portuguesa ligados a este tema. Com a informação obtida, procedeu-se à realização de testes com estes meios para verificar as capacidades dos mesmos.

Esta dissertação foi dividida nos seguintes capítulos:

1. Definição e Classificação – São apresentados os elementos constituintes dos UxS de acordo com o modelo RAMP e os elementos constituintes dos UAS segundo a doutrina NATO, classificando-se esses sistemas;
2. História – Realiza-se uma breve introdução histórica deste meio e quais as suas evoluções ao longo do tempo;
3. Conceito de Emprego Operacional – Procedendo-se à análise de documentos e artigos referentes à utilização deste tipo de meios, é apresentada doutrina militar relacionada com os UAS e são enumeradas as vantagens da utilização dos UAS COTS. Caracterizam-se também as operações anfíbias e a sua área de operações;
4. Construção dos Testes Realizados – Neste capítulo são descritos os modelos dos testes efetuados às capacidades destes sistemas e o processo utilizado para a execução dos mesmos;
5. Análise de Resultados – Exibem-se os resultados dos testes e analisa-se os dados recolhidos durante a realização dos mesmos;
6. Conclusão – No último capítulo desta dissertação é apresentado um resumo das conclusões obtidas dos dados experimentais, propõe-se procedimentos para a utilização destes sistemas e enumeram-se as considerações finais;

Esta dissertação de mestrado teve como foco os UAS da classe I e categorias mini e micro (ver figura 4), por estes serem os mais acessíveis ao autor na fase de aquisição, sendo que estes apresentam uma maior utilização e oferta no mercado.



## 1. Definição e Classificação

Neste capítulo serão abordadas duas arquiteturas de sistemas não tripulados. Embora existam mais modelos de arquitetura de sistemas não tripulados, só dois foram abordados pelo signatário desta dissertação. O primeiro porque define uma arquitetura para qualquer ambiente de operação, aéreo, superfície e subsuperfície, sendo o mesmo a arquitetura proposta para Portugal. A segunda arquitetura, por ser o modelo utilizado pela doutrina NATO, doutrina essa na qual é baseada esta dissertação.

### 1.1. Definição de UxS

Segundo a tese de doutoramento recente, *Reference Model for Interoperability of Autonomous Systems* (RAMP) de 2018, realizada por Mário Rui Monteiro Marques, foi definida uma arquitetura de UxS (*Unmanned System*), proposta pelo mesmo autor para ser utilizada por Portugal no âmbito dos veículos não tripulados.

Esta arquitetura organiza os componentes de um sistema não tripulado numa estrutura hierarquizada composta por três níveis: blocos principais ou *main blocks* (MB), sistemas principais ou *main systems* (MS) e no último nível os subsistemas ou *sub-systems* (SS) (MARQUES, 2018). A figura seguinte mostra a estrutura hierárquica simplificada:

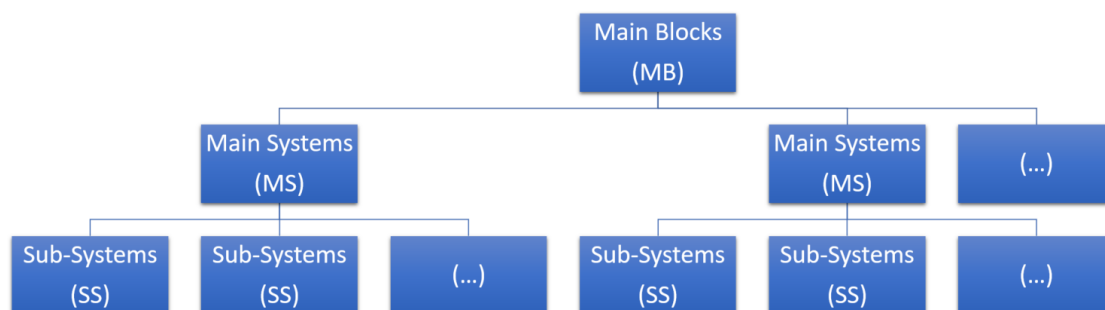


Figura 1- Representação geral da estrutura hierárquica RAMP referência:(MARQUES, 2018)

Segundo Marques (2018) a arquitetura RAMP é composta pelos três blocos principais (MB) seguintes:

- **MB1 – Veículo:** Inclui tudo o que se encontra normalmente a bordo do veículo e todos seus subsistemas, como o *payload*, sistemas de navegação, sensores, subsistemas de comunicação, energia e propulsão. Em alguns casos em que o veículo está sob controlo remoto direto, alguns subsistemas do veículo, como a navegação, poderão estar fisicamente no *GroundSegment* (Ibidem, 2018).

- MB2 – **Datalink**: Inclui tudo o que integra a estrutura de comunicação. Estabelece uma ligação entre o veículo e a estação de controlo, através dos subsistemas de comunicação pertencentes a ambos, podendo também estabelecer comunicações com outros veículos ou múltiplas estações em terra (*Ibidem*, 2018).
- MB3 – **Ground Segment**: Inclui todos os componentes físicos que estão fora do veículo. Normalmente encontram-se em terra, mas podem-se encontrar a bordo de um navio, uma aeronave, nave espacial ou qualquer outro local. Normalmente é constituído por equipamento de lançamento e recolha, equipamento de apoio, estação de controlo e um subsistema de comunicação (*Ibidem*, 2018).

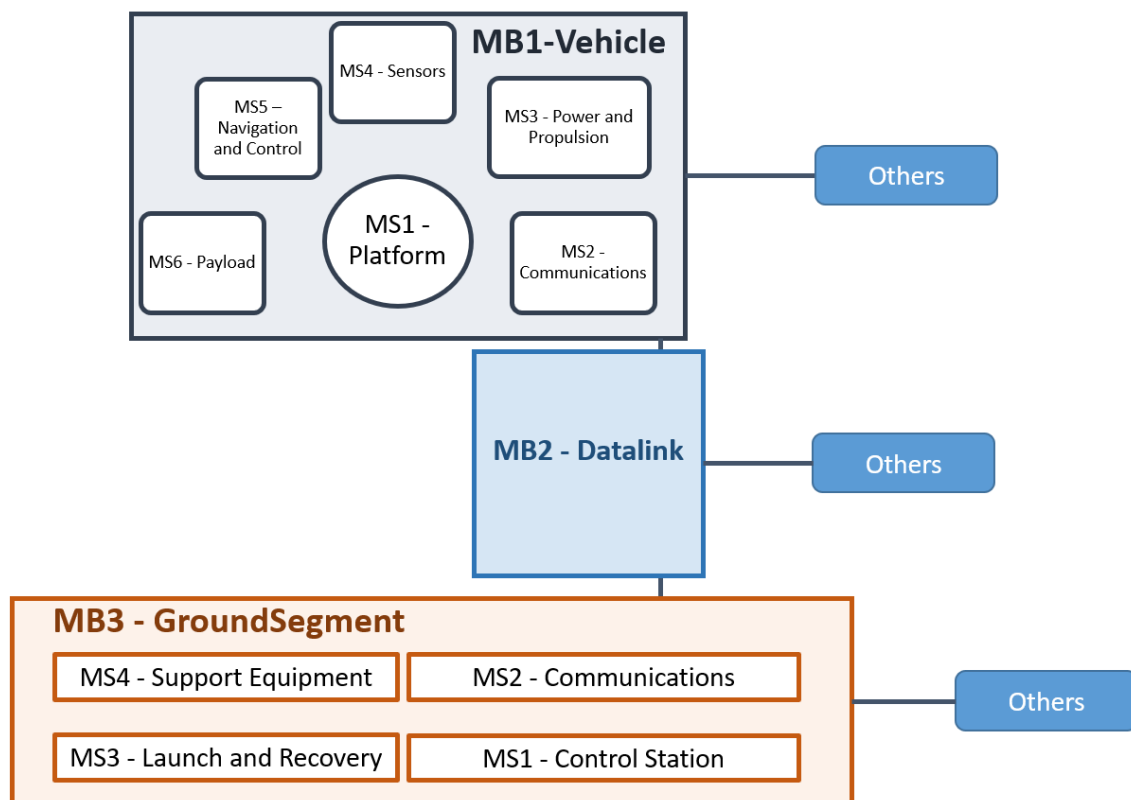


Figura 2 - Esquema dos Blocos Principais pertencente ao RAMP fonte:(MARQUES,2018)

Quanto ao segundo nível do modelo RAMP, tendo como referência a figura 2, temos os *Main Systems* sendo que os mesmos estão divididos da seguinte forma pelos *Main Blocks* (MB):

- MB1.MS1 – Plataforma;
- MB1.MS2- Comunicações;
- MB1.MS3 – Propulsão e Energia;

- MB1.MS4 – Sensores;
- MB1.MS5 – Navegação e Controlo;
- MB1.MS6 – *Payload*;
- MB2 – *Datalink*;
- MB3.MS1 – Estação de Controlo;
- MB3.MS2 – Comunicações;
- MB3.MS3 – Recolha e Lançamento;
- MB3.MS4 – Equipamento de Suporte;

O terceiro nível desta arquitetura compreende, elementos específicos do sistema, podemos ver no exemplo seguinte, MB1.MS3.SS1 – *Energy Source*: Segundo Marques (2018), a fonte de energia ou *energy source*, pode variar desde gasolina, diesel, hidrogénio líquido etc.

## 1.2. Definição de UAS segundo a NATO<sup>3</sup>

Segundo o documento do *Joint Air Power Competence Center* (JAPCC) com o título *Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO* de janeiro de 2010, é apresentada a arquitetura utilizada pela NATO. O mesmo documento define a arquitetura UAS, como sendo composta pelos seguintes componentes: o UA (*Unmanned Aircraft*, o veículo em si), *payloads*, o elemento humano, os elementos de controlo, *data link* e o elemento de apoio.

O mesmo documento descreve cada um dos elementos da seguinte forma:

- *UA*<sup>4</sup> – Aeronave, de asa fixa ou rotativa, que não transporta um operador humano e com capacidade de voar por controlo remoto ou programação automática. Está desenhada para ser recuperável, mas pode ser descartável. Pode ter um *payload* letal ou não letal. O *UA* também é composto por equipamentos, tais como aviónicos, sistema de propulsão, fonte de combustível, sistema de navegação e sistema de comunicação (JAPCC, 2010).
- *Payload* – Compreende os sensores, equipamentos de *relay* de comunicações, armas e carga, podendo os mesmos serem transportados internamente ou externamente na fuselagem da aeronave (*Ibidem*, 2010).

---

<sup>3</sup> Todos os elementos textuais aqui descritos foram traduzidos e adaptados pelo autor a partir do documento da JAPCC de 2010.

<sup>4</sup> UA – *Unmanned Aircraft* (JAPCC, janeiro 2010, anexo D).

- Elemento Humano – Tipicamente não é considerado como um elemento separado, mas é possivelmente o elemento mais crítico para o empenhamento de um UAS bem-sucedido. A ideia de que um UAS não é tripulado é um equívoco, pois embora a aeronave seja não tripulada, o sistema é tripulado. Um UAS requer para a execução e preparação da missão envolvimento humano. Para a maioria dos UAS, as principais tarefas que envolvem a presença humana, mas não limitadas a estas, são as seguintes: o operador (aeronave e/ou operador do *payload*), o responsável pela manutenção, o comandante de missão e o analista de *intelligence* (para alguns UAS, o analista de *intelligence* não é considerado como parte do sistema).

Assim sendo, o pessoal do UAS tem de ser instruído na área particular para a qual está assignado, necessitando de se manter atualizado na sua área de operação (*Ibidem*, 2010).

- Elemento de Controlo – O elemento de controlo, seja em terra, no mar ou no ar, lida com vários aspetos da missão, como Comando e Controlo (C2), planeamento de missão, controlo de *payload* e comunicações. O elemento de controlo deverá conter vários níveis de C2 para o UAS. Quanto ao elemento de controlo, que corresponde ao local onde o operador do UAS se encontra fisicamente, é chamada de estação de controlo (*ground control station*). Alguns UAS requerem dois ou mais elementos de pessoal para controlo do UA e do seu *payload*, enquanto que outros UA podem ser controlados por apenas um operador. Por outro lado, algumas estações de controlo têm a capacidade de possibilitar o controlo sobre múltiplos UA por apenas um operador. Ainda no âmbito do controlo do UA e do controlo do *payload*, os mesmos podem ser passados entre várias estações de controlo, dependendo do tipo de UAS e dos requisitos para a missão (*Ibidem*, 2010).
- *Data Links* – *Data links* compreende todas as formas de comunicação entre o UA, o elemento de controlo e o operador, sendo estes usados para a transferência de qualquer tipo de dados. Os dados obtidos são transmitidos diretamente para o utilizador, para ação direta e/ou para outra rede para posterior exploração, podendo a comunicação ser realizada em LOS<sup>5</sup> ou BLOS<sup>6</sup> (*Ibidem*, 2010).

---

<sup>5</sup> LOS - *Line of Sight* (JAPCC, 2010, anexo D).

<sup>6</sup> BLOS - *Beyond Line of Sight* (*Ibidem*, 2010, anexo D).



O seguinte esquema mostra a sinergia entre os elementos de um UAS:

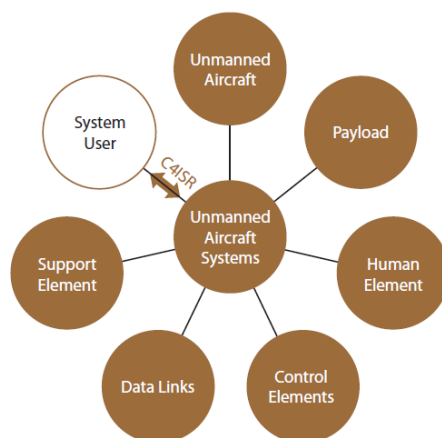


Figura 3- Esquema dos componentes do UAS. fonte:(JAPCC,2010)

No âmbito da NATO, os UAS são classificados segundo a tabela seguinte:

NATO UAS CLASSIFICATION						
Class	Category	Normal Employment	Normal Operating Altitude	Normal Mission Radius	Primary Supported Commander	Example Platform
Class III (> 600 kg)	Strike/ Combat *	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theatre	Reaper
	HALE	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theatre	Global Hawk
	MALE	Operational/Theatre	Up to 45,000 ft MSL	Unlimited (BLOS)	JTF	Heron
Class II (150 kg - 600 kg)	Tactical	Tactical Formation	Up to 18,000 ft AGL	200 km (LOS)	Brigade	Hermes 450
Class I (< 150 kg)	Small (>15 kg)	Tactical Unit	Up to 5,000 ft AGL	50 km (LOS)	Battalion, Regiment	Scan Eagle
	Mini (<15 kg)	Tactical Sub-unit (manual or hand launch)	Up to 3,000 ft AGL	Up to 25 km (LOS)	Company, Platoon, Squad	Skylark
	Micro ** (<66 J)	Tactical Sub-unit (manual or hand launch)	Up to 200 ft AGL	Up to 5 km (LOS)	Platoon, Squad	Black Widow

Figura 4-Classificação de UAS segundo NATO fonte: (NATO, 2014)

Segundo a NATO, a classificação dos UAS é dividida em três classes, mas para a esta dissertação, foi considerada a classe I, mais propriamente Small, Mini e Micro, classe e categoria onde se inserem a maioria dos UAS COTS (DUDUSH, 2018).



## 2. História

Antes de se explorar as capacidades deste tipo de ferramenta, torna-se imperativo conhecer o passado deste meio.

Embora não exista um início bem definido, é comum a vários autores definirem os balões dos irmãos *Montgolfier*<sup>7</sup> como os primeiros UAVs, tal como é referido na seguinte citação: “*the first real drone (using the definition of an unmanned aerial vehicle replacing a human being) besides the balloon-dropping episode, happened by the Montgolfier brothers in France in 1782.*” (ATTARD, 2017).

Outros autores sugerem que os primeiros UAV possam ter sido os balões carregados com explosivos utilizados pela Áustria em 1849: “*As early as 1849, the Austrian ship Vulcano attacked the besieged city of Venice (then a republic) by launching unmanned balloons carrying explosives.*” (MALLEY, 2018, para.5). Como se pode constatar pela citação anterior, a utilização de veículos autónomos para fins bélicos encontra-se desde cedo, ligado a estes.

Mas é com o evoluir dos meios tecnológicos que começam a aparecer, as ferramentas necessárias para criar o UAS mais próximo dos sistemas atuais. É exemplo disso o *teleautomaton*<sup>8</sup> criado por Nikola Tesla<sup>9</sup>, que consiste num sistema para o controlo por rádio de um pequeno “barco”, apresentado em 1898 num tanque de água em *Madison Square Garden*.

É com o chegar do séc. XX, principalmente com a 1ª Guerra Mundial, que a tecnologia dos UAVs se torna uma prioridade, pois existe uma necessidade de salvaguardar a integridade dos pilotos em situações de perigo, como descrito pelas seguintes citações em, *The Mother of All Drones*: “*The First World War speed the development of machines, training, tactics and anti-aircraft systems. There were situations in which pilots were at greater risk when attacking.*” (MALLEY, 2018) e “*There were situations in which pilots were at greater risk when attacking. Delivering a torpedo, for instance, required a flight path of unflinching constancy for minutes at a time ... Flying deep into enemy-held territory to deliver a bomb put pilots at great risk where air superiority was in the hands of the enemy.*” (Ibidem, para.7). Com esta preocupação

---

<sup>7</sup> Inventores franceses do século XVIII.

<sup>8</sup> Veículo controlado por rádio, com formato de um pequeno barco de brincar, criado por Nikola Tesla.

<sup>9</sup> “*Serbian-American engineer and physicist Nikola Tesla (1856-1943) made dozens of breakthroughs in the production, transmission and application of electric power*” (History.com Editors, 2018, para.1).

em mente foram criados veículos como o *Kattering Aerial Torpedo*<sup>10</sup>, embora tendo este mostrado um desempenho medíocre e por isso nunca sido utilizado no conflito. Mesmo assim a evolução e o investimento neste tipo de meios continuaram, inclusive depois do final da 1ª Guerra Mundial.

Embora tenham ocorrido mais conflitos após a 1ª Guerra Mundial e tenham sido desenvolvidos UAVs durante a 2ª Guerra Mundial (como por exemplo a *Queen Bee*<sup>11</sup>), verifica-se o mesmo resultado já atingido anteriormente. Mais uma vez, o baixo desempenho destes meios fez com que estes fossem colocados de parte durante o conflito.

O ressurgir destes meios volta com a necessidade de treinar as guarnições dos navios no âmbito da prática da artilharia, como por exemplo o *Ryan BQM-34 Firebee Target Drone* (NEUBECK, 2010). Com o despoletar do conflito do Vietname, os Estados Unidos da América, mais propriamente as suas agências de inteligência, vêem neste tipo de meios uma capacidade de recolha de informação de forma segura sem ter de intervir com recursos humanos na recolha da mesma (WHITTLE, 2014). Assim, foi desenvolvido um UAV direcionado para este fim, o *RQ-2 Pioneer UAV* (NEUBECK, 2010) em 1985.

Importa referir o *MQ-1 Predator*, pois este é um importante UAV utilizado pela CIA devido às suas capacidades de recolha de informação visual e de utilização armamento. Foi criado a partir de uma garagem em Los Angeles nos *United States of America* (USA) e adaptado para fins militares em 1995 (WHITTLE, 2014).

---

<sup>10</sup> Também conhecido por *Bug*, trata-se de um veículo autónomo com a capacidade de carregar consigo explosivos com detonação por impacto. (*National Museum of The US Air Force*, 2015, *Kattering Aerial Torpedo “Bug”*: (<https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/198095/kattering-aerial-torpedo-bug>, consultado em 2018-12-02, às 06:00).

<sup>11</sup> Aeronave não tripulada controlada através de um painel de controlo e utilizada como alvo aéreo para treino naval.

### 3. Conceito de Emprego Operacional

Presente neste capítulo estão presentes as análises das capacidades dos UAS COTS e sua utilidade, tendo como referência notícias, relatórios, entrevistas e adaptando documentos de doutrina relativos a *UAS* militares.

#### 3.1. Análise de Operações

##### 3.1.1. Vertente Militar

Como referido no Capítulo da história destes meios, foi através do mundo militar que se deu o desenvolvimento dos *UAS*, com o simples objetivo de treinar as guarnições das antiaéreas dos navios, como por exemplo o *Queen Bee*.

A evolução da tecnologia, tornou possível o desenvolvimento destes meios, sendo um exemplo dessa evolução a capacidade de passar a realizar operações de recolha de informação e transporte de armamento (BUNKER, 2015).

Um exemplo de operações militares, nos quais os UAVs mostraram as suas vantagens, neste caso como engodo, foi realizado por Israel, em 1982, durante o ataque no Vale de *Beka*, na Síria. Esta operação tinha como objetivo, destruir as defesas aéreas Sírias, como se pode ver na descrição seguinte: “(...), *an initial wave of UAV's triggered the system, which proceeded to fire its missiles at the decoy drones.*” (BUNKER, 2015). Terminado este ataque, Israel enviou um grupo de aeronaves para proceder à destruição dos radares de aquisição de alvos dos mísseis, aproveitando o facto de estes estarem a ser recarregados (*Ibidem*, 2015), impossibilitando uma resposta por parte das forças Sírias.

Existe, porém, uma forte utilização a nível militar no âmbito das operações de reconhecimento, sendo um exemplo disso o *Pioneer RQ-2*<sup>12</sup>.



Figura 5-Pioneer RQ- 2A UAV fonte:([airandspace.si.edu](https://airandspace.si.edu)).

<sup>12</sup> (<https://airandspace.si.edu/collection-objects/pioneer-rq-2a-uav>: *Smithsonian National Air and Space Museum*: consultado em 02-04-2019, 23:47).

Ainda no âmbito militar, mas não utilizado por uma nação, pode-se ver num vídeo de 2017, a empresa fabricante de armas Russa *Kalashnikov Concern*, a utilizar numa das suas demonstrações, um *DJI Mavic 2* para a realização de aquisição de um alvo coberto por uma visualmente por uma parede. Seguidamente a equipa realiza uma salva com armamento ligeiro, mantendo-se a mesma sempre protegida por uma parede, mas preservando sempre o contato visual com o alvo através do EO do UAV COTS.<sup>13</sup>

Também existe por parte das agências de serviços de inteligência uma forte tendência para a utilização destes meios. Por exemplo, nas acções tomadas depois do 11 de Setembro de 2001, quando o combate ao terrorismo foi iniciado, a agência de espionagem Americana, CIA<sup>14</sup>, viu no *Predator* a sua ferramenta principal na luta contra o terrorismo (KESSLER, 2003).

A imagem seguinte mostra um exemplo do *Predator*, sendo que este modelo é conhecido pela sua *endurance* e capacidade de *payload*:



Figura 6- Predator B fonte:(airforce-technology.com)

Durante a pesquisa de informação relacionada como utilização de UAS por forças militares, pode-se concluir que, embora as forças militares utilizem UAS, estes são especificamente militares, não sendo comum a utilização de UAS COTS por estas.

---

<sup>13</sup>( [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=178&v=xObykrVBGD0](https://www.youtube.com/watch?time_continue=178&v=xObykrVBGD0), visualizado em 19-06-2019, pelas 01:05)

<sup>14</sup> Central Intelligence Agency

### 3.1.2. Ações Irregulares e de Terrorismo

Ao longo dos últimos anos e mais propriamente nos conflitos armados na Síria e Iraque, surge um despoletar de relatos e notícias sobre o emprego de *UAV's COTS* por forças Terroristas.

Mas o começo da utilização de UAVs COTS por organizações Terroristas já tem um historial, que remonta aos anos noventa do século passado. No documento *Terrorist and Insurgent Unmanned Aerial Vehicles: Use, Potentials, and Military Implications*, publicado pela *U. S Army War College, Strategic Institute*, de Agosto de 2015, o autor Robert J. Bunker considera os incidentes de inícios de Junho de 1994, realizados pelo culto apocalíptico Japonês *Aum Shinriko*, como sendo a primeira tentativa de utilização de UAV's como ferramenta do terror.

Esse incidente é descrito da seguinte forma: “(...) *attempts by the Japanese apocalyptic cult Aum Shinrikyo to conduct dry runs to realease the nerve agente sarin by means of remote-controlled helicopters with aerial spray systems.*” (BUNKER, 2015), embora o método tenha falhado, como descrito mais adiante no texto: “*The attempts failed as the mini-helicoters crashed during testing (...)*” (BUNKER, 2015), a tentativa de adaptar uma *RPA* para fins terroristas foi realizada.

Outro incidente relacionado com a utilização de *UAV's*, desta vez com recurso a um IED, foi durante a cimeira do G8 em 2001 como se pode ver na transcrição seguinte: “(...) *UAV threatened use was that of pre-July 2001 improvised explosive device (IED) attack upon G8 Summit leaders (...) in Genoa, Italy, by al-Qaida*” (Ibidem, 2015), mas mais uma vez o ataque não chegou a ser consumado<sup>15</sup>.

Seguidamente em agosto 2002, na Colômbia, dá-se o desmantelar de uma unidade das FARC<sup>16</sup>, que tinha em sua posse várias *RPA's* como se pode ver no excerto seguinte: “(...), *in August 2002, a Colombian Army unit seized nine remoted controlled planes from a camp deep in the jungle belonging to the FARC guerrilla group.*” (Ibidem, 2015). Embora o propósito de utilização dessas RPAs seja desconhecido, especula-se que o objetivo seria o transporte de IED (Ibidem, 2015).

Em dezembro do mesmo ano, o grupo palestino Fatah<sup>17</sup> realizou testes com modelos de RPAs, com o objetivo de realizar ataques a posições Israelitas em Jerusalém,

---

<sup>15</sup> BUNKER, 2015.

<sup>16</sup> *Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia.*

<sup>17</sup> Organização, política e militar Palestina, fundada por Yasser Arafat em 1958, para trabalhar na criação de um Estado Palestino, sendo que durante os anos 60 e 70 treinaram terroristas e grupos insurgentes. (traduzido de: <https://www.vocabulary.com/dictionary/Fatah> , consultado em 19-02-2019, às 01:12 ).

mas mais uma vez o plano ficou somente pelos testes de voo (BUNKER, agosto 2015, pag.9).

Em 7 de novembro de 2004, o grupo Hezbollah<sup>18</sup> lançou um RPA desde o Sul do Líbano, para a realização de um voo de 20 minutos, com o objetivo de realizar uma operação de reconhecimento sobre Nahariya, a Norte de Israel (*Ibidem*, pag.9), acabando o RPA por cair no mar na costa Libanesa (*Ibidem*, pag.9). Acredita-se que o RPA utilizado seja o *Mirasad-1*, mais conhecido por *Mohajer-4*<sup>19</sup>, de origem iraquiana (MIASNIKOV, 2004). Seguidamente um RPA do mesmo tipo foi utilizado em 11 de abril de 2005 pelo mesmo grupo, tendo realizado um voo com sucesso sobre a cidade de Acre, a Norte de Israel, e retornado à base do grupo (BUNKER, 2015).



Figura 7-MIRSAD 1 fonte: MIASNIKOV, 2004

### 3.1.2.1. ISIS e a Utilização de UAS COTS

Como se pode constatar no documento *The Islamic State and Drones* de Don Ressler de 2018, existe por parte do Estado Islâmico<sup>20</sup> uma afinidade pela utilização de UAV COTS como ferramenta ofensiva: “*Although the ‘killer bees’ that the Islamic State used to wreak havoc across Iraq and Syria during 2016-2017 were small in size, the impact of the group’s deployment of a fleet of commercial drones it had weaponized was large and extends beyond the group.*”(RASSLER, 2018) e “*The nature of the Islamic State’s offensive drone capabilities was taken so seriously that in 2016, General Thomas -the commander of U.S. Special Operations Command- identified the issue as that year’s most daunting threat*”(Ibidem, pag.1), assim sendo os UAS COTS, tornaram-se também

<sup>18</sup> Organização política e militar do Líbano ([http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle\\_east/4314423.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/4314423.stm), consultado em 19-03-2019).

<sup>19</sup> (<https://www.globalsecurity.org/military/world/iran/mohajer.htm> , consultado em 19-03-2019, às 01:40).

<sup>20</sup> Grupo insurgente terrorista, com território na Síria e Líbano (<https://rr.sapo.pt/noticia/40440/o-que-e-o-estado-islamico>, consultado em 18-06-2019).



num meio de oposição por parte deste grupo, para lutar contra a superioridade aérea dos Estados Unidos<sup>21</sup> na Síria e no Iraque.

Também foi demonstrado, no mesmo teatro de operações, que a utilização de UAS COTS, por parte deste grupo foi de uma criatividade singular, realçando as capacidades de improviso na utilização destes meios, como descrito nos excertos seguintes: “(...) *the Islamic State built its own homemade drone platforms and privileged the acquisition and deployment of relatively low-cost commercial, quadcopter drones, and fixed-wing drone platforms.*”(Ibidem, 2018), “*Many of the commercial drones that the group acquired were then creatively modified through the cobbling together of cheap, easily acquired add-on components that allowed the group to moderately enhance the capabilities of those drones.*”(Ibidem, 2018).

Pode-se constatar que um dos casos verificados de aumento das capacidades de UAS COTS foi o lançamento, pelo mesmo, de pequenas munições explosivas.

Através da simples montagem de um dispositivo, criado a partir de tubos de plástico e servomotores, foi elaborado por este grupo insurgente um meio de transporte para a libertação de IED's, utilizando UAV's COTS de asa rotativa (Ibidem, 2018).

Na figura seguinte é mostrado o exemplo de um *DJI Phantom 4*, adaptado para lançamento de um projétil de 40 mm:



Figura 8- Exemplo de um DJI Phantom adaptado para lançamento de projétil fonte:(RASSLER, 2018)

Como se pode ver pela imagem, um simples servomotor montado na parte inferior do UAV COTS, juntamente com um tubo de plástico para albergar o projétil e assim

<sup>21</sup> (RASSLER, 2018).

mantendo o mesmo estável, o mesmo sistema descrito segundo a citação seguinte: “*sophisticated high schooler could put together*”(RASSLER, 2018), ou seja qualquer pessoa ou organização pode facilmente replicar ou evoluir este tipo de adaptação para os UAV COTS.

### 3.2. Vantagens e Capacidades dos UASs COTS

“*Low, Slow and Small Unmanned Aerial Systems (LSS-UAS) are powerful, cheap, and can be purchased and operated by everyone. Modifications and add-ons for diferente operational tasks can easily be configured. LSS-UAS with surveillance sensores or explosive ordnance as payload create new challenges for today’s war fighters.*” (WARNKE,2017).

Como já referido no subcapítulo 3.1.2 Ações Irregulares e de Terrorismo, os UAVs COTS têm inúmeras vantagens associadas, não só pela facilidade de aquisição ou operação, mas também pelo facto de terem custos de aquisição bastante baixos.

No documento publicado pelo *Instituto Español de Estudios Estratégicos*, com o título *El uso de drones comerciales como vectores terroristas* de 29 de janeiro de 2018, algumas das vantagens identificadas pelo autor *José Alberto Marín Delgado* são as seguintes:

- Grande agilidade: Devido ao facto de utilizarem o meio aéreo, permitem a realização de ataques sobre perímetros e sobre objetivos de alto valor. Contudo, dependendo do UAV COTS selecionado, os mesmos variam nas suas capacidades, sendo os de asa rotativa mais manobráveis do que os de asa fixa (DELGADO, 2018). Tal se deve ao facto de os *UAV’s COTS* de asa rotativa terem a capacidade de realizar voo estacionário.
- Autonomia e raio de ação: Dependendo do sistema de propulsão utilizado pelo UAV COTS, propulsão elétrica ou de combustão, podem ter alcances de até 10 km, sendo que o aproveitamento do alcance ao máximo dependerá do modo escolhido de pilotagem. Se for utilizada a capacidade de voo automático, poderá ser possível realizar ações a elevada distância (*Ibidem*, pag.8).
- Fácil acesso: Com o desenvolvimento do mercado de *UAS COTS*, estes tornaram-se mais acessíveis. Os mesmos, novos ou em segunda mão, podem ser adquiridos on-line, como por exemplo na Amazon, e facilmente entregues (*Ibidem*, pag.9). Durante a realização desta mesma dissertação de mestrado o signatário procedeu à aquisição de um *Parrot Bebop 2 FPV* e de um *Parrot Disco FPV*. O segundo

foi adquirido numa loja *Fnac*, sendo o mesmo pago em dinheiro vivo. Deste modo foi possível adquirir um UAV COTS num único dia, sem necessidade de qualquer registo ligado ao signatário.

- Preço: Neste campo é apresentada uma comparação entre custo de equipamentos, neste caso é dado o exemplo do custo de um UAV COTS *DJI Phantom*, que seria cerca de 1600 euros, em comparação com o gasto estimado durante o ataque terrorista em Paris, no dia 13 de novembro de 2018, que teria sido de 7.000 euros, sendo 6.000 euros para aquisição de armamento (*Ibidem*, pag.9). Também a título de exemplo se for comparado o custo do UAV COTS *Parrot Bebop Pro Thermal*, tendo este o preço de 1.500<sup>22</sup> dólares e sendo este UAV COTS equipado com câmara de IR, com o *PD-100 Black Hornet* que tem a mesma capacidade de IR, mas com um preço de 40.000<sup>23</sup> dólares, pode-se então constatar a diferença significativa de preço entre os dois UAV.
- Polivalência: Neste campo os UAS COTS apresentam uma grande capacidade de configuração, como por exemplo, o transporte e lançamento de IED's improvisados, pulverização de agentes químicos ou biológicos. Os mesmos também possibilitam a colocação de alguns sensores, como câmaras de vários tipos adaptadas ao UA e sensores de ultrassom para evitar obstáculos. Também é de referir a capacidade de criar um *home made UAV*, devido à informação exposta em páginas web e comunidades, que explicam, passo a passo, como construir um UAV COTS, utilizando componentes adquiridos no mercado civil (DELGADO, pag.10).
- Furtividade: Segundo Delgado (2018), a sua capacidade furtiva deve-se a vários fatores como a utilização de motores elétricos que os tornam mais silenciosos, sendo exemplo disso o *DJI Mavic Pro Platinum* que realiza um ruído de 60 dB durante a sua utilização, bem como devido à sua construção, pois estes equipamentos são fabricados com um tamanho reduzido e recorrendo a plásticos ou espumas que absorvem as radiações dos sistemas de deteção, o que torna assim a sua RCS<sup>24</sup> reduzida, tornando a sua detetabilidade bastante baixa. Além disso, e segundo Dudush (2018), a baixa assinatura IR dos UAS COTS permite que a sua

---

<sup>22</sup> (<https://www.easyshopdrone.com/products/parrot-bebop-pro-thermal-quadcopter>, acessado em 14-02-2019 às 00:14).

<sup>23</sup> (<https://www.droningon.co/2017/06/01/flir-pd-100-40k-nano-reconnaissance-drone/>, acessado em 14-02-2019 às 01:02).

<sup>24</sup> *Radar Cross Section*.

furtividade seja mais elevada, possibilitando assim que os sistemas de defesa aérea tenham maiores dificuldades na aquisição dos mesmos.

- Facilidade de manejo: Os UAS COTS são de fácil operação, realizando uma comparação dos UAVs COTS com uma aeronave, os conhecimentos e treino necessários para operar são completamente diferentes, no caso dos UASs COTS quase não existe uma necessidade de ter conhecimentos e treino aprofundado (*Ibidem*, pag.11).
- AFCS<sup>25</sup>: Sistemas de piloto automático e de controlo presentes nos UAV COTS, que durante o voo que facilitam a pilotagem do mesmo (*Ibidem*, pag.12).
- Navegação por Satélite: Vários modelos utilizam navegação por *GPS* ou *GLONASS*, tornando os UAV COTS, capazes de realizar caminhos pré-estabelecidos, sem a necessidade de que o operador intervenha durante o voo (*Ibidem*, pag.12). Um bom exemplo do mesmo é o *Parrot Disco FPV*, que tem a capacidade de realizar um voo por meio de *waypoints*, utilizando o *GPS*<sup>26</sup>.
- Opção de seguimento: Existem vários modelos de UAV COTS, com a capacidade de realizar seguimento autónomo sobre pessoas ou veículos como por exemplo o modo *Active Track* da *DJI* (*Ibidem*, pag.12), sendo também possível com o *Parrot Bebop 2 FPV* e o seu sistema *Follow me*<sup>27</sup>.
- *Software* de controlo: No mercado existem vários programas para controlar este tipo de veículos, como por exemplo *Qground Control*<sup>28</sup>, que possibilita as seguintes ferramentas: planeamento para voos autónomos, capacidade de piloto automático, visualização de vídeo e capacidade de controlo de múltiplos UAV COTS ao mesmo tempo (*Ibidem*, pag.12).
- Enxames de UAVs COTS: Como está descrito na citação seguinte: “*Está en desarrollo una nueva tecnologia para el control de drones en modo cooperativo y de forma simultânea, (...)*” (*Ibidem*, pag.12), sendo também apresentado no mesmo texto o exemplo do que se passou durante a *Super Bowl*, em 2017, onde cerca de 300 UAs da *INTEL*<sup>29</sup>, foram controlados em simultâneo para desenhar no céu várias figuras (*Ibidem*, pag.12).

---

<sup>25</sup> *Automatic Flight Control System*

<sup>26</sup> (<https://www.youtube.com/watch?v=Vf-iP5Yrw74>, acedido em 11-06-2019 às 22:01).

<sup>27</sup> (<https://www.parrot.com/us/drones/parrot-bebop-2>, acedido em 11-06-2019 às 22:13).

<sup>28</sup> (<http://qgroundcontrol.com/>, acedido em 11-06-2019 às 22:30).

<sup>29</sup> Empresa de desenvolvimento de tecnologia, (<https://www.intel.com/content/www/us/en/company-overview/company-overview.html>, acedido em 11-06-2019 às 23:03).

- Baixo risco durante a utilização: Devido a estes meios terem a capacidade de ser operados à distância, a utilização destes meios durante um ataque proporciona um baixo risco para os operadores (*Ibidem*, pag.12).
- Proporcionam imagens dos objetivos: Estes meios têm a capacidade de proporcionar imagens em tempo real, dando a conhecer a situação do objetivo e possibilitando a utilização das imagens como instrumento de propaganda, devido à possibilidade de gravar as mesmas em pleno voo (*Ibidem*, pag.12).

Pode-se assim concluir que existe portanto um grande número de vantagens por parte de um UAS COTS, sendo de realçar os vários modelos que existem no mercado, como se pode ver na tabela do Anexo A - (extraída do documento da *CSD Drones Operating in Syria and Iraq*) e na tabela , abaixo, para complementar a mesma, com os modelos mais recentes e relevantes, encontrados durante a pesquisa para esta dissertação de mestrado. Ainda inerente ao Anexo A são apresentados, casos de utilização e capacidades dos modelos.




		
DJI Mavic 2 Zoom	DJI Phantom 4 Advanced	Parrot Bebop 2
Autonomia: 27 min Alcance: 7 Km Peso: 900 g EO: 20 MP 4K Video	Autonomia: 28 min Alcance: 7 Km Peso: 1.280 g EO: 12 MP 4k Video	Autonomia: 25 min Alcance: 2km Peso: 500g EO: 14 MP 1080p

Tabela 1- UAV COTS com melhor capacidade. fonte:(<http://centraldrones.pt/>)

Outro aspeto que importa salientar é facto de estes terem uma capacidade de adaptabilidade bastante elevada, como se pode ver neste capítulo. Como exemplo desta adaptabilidade é o facto de alguns modelos no mercado, como é o caso do *Parrot Bebop 2*, devido a ter um sistema operativo *Open source*, neste caso *Linux*<sup>30</sup>, são passíveis de alteração da sua programação pelo operador<sup>31</sup>, ou mesmo o incremento de sensores<sup>32</sup>.

<sup>30</sup> Sistema operativo *Open source* (<https://www.linux.com/what-is-linux>, acedido em 12-06-2019 às 12:55).

<sup>31</sup> (<https://developer.parrot.com/>, acedido em 12-06-2019 às 13:14).

<sup>32</sup> (<https://developer.dji.com/payload-sdk/>, acedido em 12-06-2019 às 13:34).

Como final deste capítulo importa referir que os UAS COTS, operam tipicamente na gama de frequências dos 2.4GHz e 5.8GHz (DUDUSH, 2018).

### **3.3. Introdução às Operações Anfíbias**

Neste capítulo são apresentadas as noções principais para a realização de um desembarque de uma força anfíbia, sendo que o mesmo foi realizado segundo o documento de doutrina NATO, ATP 8 Volume I, *Doctrine for Amphibious Operations*.

Assim sendo, uma operação anfíbia trata-se de uma operação militar lançada a partir do mar, utilizando uma força anfíbia para conduzir operações com forças de desembarque em litorais (NATO, 2017a).

O litoral é definido como a área de terra, com o seu mar adjacente e espaço aéreo associado, predominantemente suscetível de ser influenciado e atacado a partir do mar (*Ibidem*, 2017a). Assim sendo nas operações anfíbias uma força de desembarque terá de se movimentar para uma posição que forneça vantagem, no litoral, em relação ao inimigo, em que a força de desembarque pode ser realizada pela costa (NATO, 2017a)

No mesmo documento, são definidos os propósitos que levam à utilização de operações anfíbias:

- Conduzir operações de combate, como força independente ou como suporte a uma força conjunta (*Ibidem*, 2017a);
- Obter pontos de entrada para o teatro de operações, como por exemplo portos e aeroportos, por forma a proporcionar a introdução das forças seguintes no terreno (*Ibidem*, 2017<sup>a</sup>);
- Negar o uso de uma área ou instalações a um inimigo (*Ibidem*, 2017a);
- Participar em operações de resposta a crises, como por exemplo missões de paz;

No que toca a tipos de operações anfíbias, estas dividem-se em cinco tipos: demonstração, raid, assalto, retirada e suporte anfíbio para responder a crises e outras operações (*Ibidem*, 2017a). Tendo como referência estes tipos de operações anfíbias, as que mostram mais relevantes, segundo as capacidades dos UAS COTS, são as seguintes:

- Raid – Tipo de operação anfíbia de incursão rápida, para ocupar temporariamente um objetivo, seguido de uma retirada planeada. Este tipo de operação pode ser utilizado para obter os seguintes objetivos (*Ibidem*, 2017a):

- Infligir dano ou perda;
- Obter informação;
- Criar uma distração;
- Capturar ou evacuar indivíduos e/ou equipamento;
- Assalto – Sendo este o principal tipo de a operação anfíbia, que envolve estabelecer uma força numa costa hostil ou potencialmente hostil, tendo como objetivo principal estabelecer uma força permanente em terra, sendo a principal forma de criar um ponto para projeção de forças para o combate em terra (*Ibidem*, 2017a);

As operações anfíbias estão então divididas em várias fases, sendo as mesmas, planeamento, embarque, ensaio, movimentação para a aérea de objetivo anfíbia, *Shaping Operations*, ação e término (*Ibidem*, 2017a).

Segundo a NATO (2017a), a fase de *Shaping Operations* tem como objetivo isolar a área objetivo, recolher informação acerca do adversário e preparar a área de objetivo anfíbia. Ainda inerente a esta fase, estão compreendidas as seguintes operações:

- *Supporting Operations*: Operações de apoio conduzidas por forças que não a força anfíbia, devendo as mesmas estabelecer os pré-requisitos para a operação anfíbia, sendo exemplo deste tipo de operações, operações com forças de operações especiais, para realizar vigilância, reconhecimento e missões de ação direta, reconhecimento e vigilância de objetivos da força anfíbia, como por exemplo identificar as zonas de desembarque e as zonas de largada de pessoal (NATO, 2017a);
- *Amphibious Advance Force Operations*: Operações anfíbias que tem como tarefa neutralizar e/ou destruir alvos de grande valor do adversário, realizar reconhecimento e vigilância, realizar o panorama operacional utilizando informação obtida pelo reconhecimento e vigilância (NATO, 2017);

Tomando como referência os capítulos, 3.1. Análise de Operações e 3.2. Vantagens e Capacidades dos UAS COTS, onde se descreve a capacidade de recolha de informação pelos sensores, EO ou IR dos UAS COTS e a vantagem relacionada com a sua fácil operação, pode-se concluir que os UAS COTS conseguem cumprir com os objetivos da fase de *Shaping Operations*.



Inerente às *Shaping Operations*, também se encontra associado o reconhecimento anfíbio, em que segundo a NATO (2017a), o reconhecimento anfíbio é responsável por contribuir para a clarificação situacional da aérea de operações. Para a realização desta clarificação situacional, podem ser utilizados vários meios sendo um dos referidos pela NATO (2017a), a utilização de *unmanned aerial vehicles*.

Em conclusão pode-se ver nos UAS COTS, uma ferramenta para preparar a aérea de operações para realizar um desembarque anfíbio, estes sistemas podem ser utilizados por *special operations forces* (SOF), para realizar reconhecimento do porto onde será realizada a operação anfíbia e assim identificar as *Landing Zones* (LZ) e as *Drop Zones* (DP), para preparar o desembarque das forças anfíbias.

### 3.4. Caraterização da Área de Operações

Para se manter uma força naval é necessário ter locais de apoio físico, tanto pela necessidade de os navios serem reparados e reabastecidos ou mesmo para o simples descanso da guarnição. Segundo o livro, “A segurança nos portos, uma visão integrada”, um porto é definido como um local ou área delimitada, incluindo a área molhada, com acessos marítimos e terrestres, infraestruturas físicas operacionais, equipamentos de movimentação de mercadorias e passageiros, tendo condições de prestação de serviços diretos associados (CAJARABILLE *et al.*, 2014). Tendo como referência o já abordado, surge a necessidade de ter a capacidade de negar, em caso de conflito, a utilização destes locais, ou mesmo proceder à conquista dos mesmos.

Pode-se ver nas figuras seguintes dois exemplos de portos nacionais, um militar, a Base Naval de Lisboa, e outro civil, o porto de Lisboa:

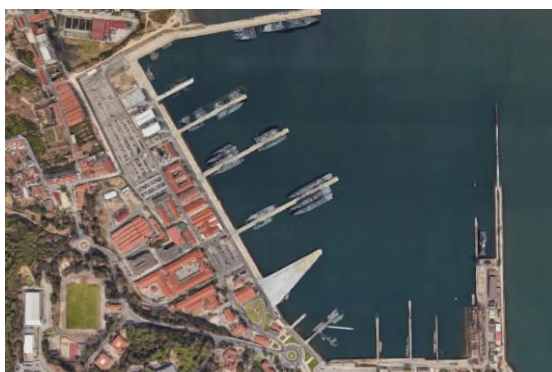


Figura 9 - Base Naval de Lisboa fonte:( google.maps)



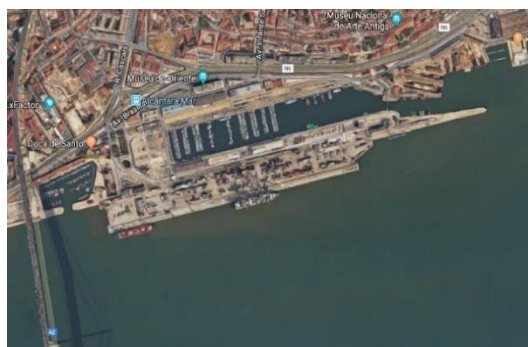


Figura 10- Porto de Lisboa fonte:(google.maps)

Segundo a publicação NATO, ATP-94, referente a proteção de portos, “*Harbour Protection*” (HP), sendo o objetivo da mesma proporcionar a forças expedicionárias os básicos de conduta para proteger unidades, infraestruturas e instalações, por forma a manter a rotina normal de operação dos portos (NATO, 2017).

No mesmo documento é referido que os portos são pontos chave para a mobilidade estratégica, referindo que os estes são responsáveis por receber 90% de todo o material militar, durante uma operação militar, tornando assim os portos como ponto logístico de apoio (*Ibidem*, 2017). Segundo o mesmo documento, a área de *harbour protection* é definido como na figura seguinte:

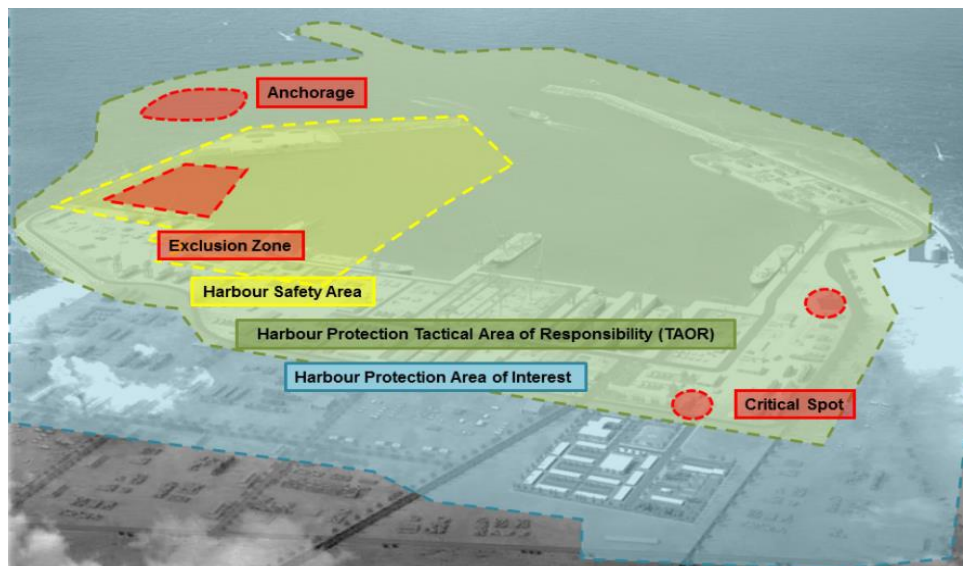


Figura 11 - Areas de Harbour Protection fonte:(NATO, 2017)

Assim sendo as áreas mais importantes a ter em conta durante uma operação anfíbia, em ambiente portuário são as seguintes:

- *Harbour Protection Area of Interest*: Trata-se de uma área na qual, caso ocorram certos fatores e/ou desenvolvimentos, estes provavelmente afetarão o resultado das operações de HP. Na mesma estão inseridas

*Harbour Safety Area, Exclusion Zones, Critical Spots* e o *Electromagnetic Environment* envolvente (NATO, 2017).

- *Harbour Tactical Area of Responsibility*: Trata-se da área pré-designada na qual o *Harbour Protection Commander* é responsável pela condução das atividades de *Harbour Defence* e *Port Security*. Esta área inclui as zonas costeiras do porto, a superfície e a subsuperfície das águas, áreas de trânsito, ancoradouros e infraestruturas críticas (*Ibidem*, 2017).
- *Harbour Safety Area*: Trata-se da área onde as *Harbour Protection Operations* devem garantir que as operações portuárias são conduzidas com risco mínimo (*Ibidem*, 2017).
- *Critical Spot*: Trata-se das áreas ou infraestruturas específicas que se forem afetadas, podem comprometer o sucesso das *Harbour Protection Operations*. Estas áreas podem englobar navios, cais, ancoradouros, instalações críticas e infraestruturas (*Ibidem*, 2017).
- *Exclusion Zone*: Trata-se da área sinalizada e protegida, perto ou dentro do porto, onde movimentos de civis são proibidos (*Ibidem*, 2017).

Tomando como referência o ATP 8, referente a doutrina sobre operações anfíbias, uma força anfíbia pode ser usada para ocupar infraestruturas de entrada para o teatro de operações, dando o exemplo de portos ou aeroportos, por forma a permitir a entrada de forças. Outro uso das mesmas seria para negar uma área ou infraestruturas ao inimigo (NATO, 2017a).

Tendo como referência o já abordado neste capítulo, pode-se concluir que na área de operações, será esperado encontrar uma defesa montada, desde o centro do porto até à zona exterior do mesmo, inclusive nos canais de acesso marítimos ou terrestres. Também é expectável existir uma forte proteção das infraestruturas de apoio, das infraestruturas de comando, rondas pelo porto e fora dele. Também à que ter em conta a capacidade por parte das unidades navais militares, de executarem ações de defesa própria do porto.

### **3.5. Possibilidade de apoio ao C2**

Como já foi referido no capítulo Vantagens e Capacidades dos UAS COTS e no capítulo Análise de Operações, existe por parte dos UAS COTS a capacidade de estes realizarem recolha de informação visual, através de sensores EO ou IR, existe ainda a capacidade de transporte de carga e de realizarem adaptações à estrutura dos mesmos.

Colocando estas capacidades como referência pode-se assim realizar em tempo real a visualização do panorama no terreno, controlando a posição das forças amigas e das forças opositoras, possibilitando a correção da ação da mesma em caso de necessidade. Temos um caso particular em que traficantes de drogas utilizam estes meios para monitorizar as posições das forças de segurança na fronteira dos USA (WALLACE, 2015), tendo como objetivo a utilização das informações para a realização do seu próprio comando e controlo, para assim procederem à realização do tráfico de estupefacientes.

No âmbito deste subcapítulo, foram considerados pelo signatário para a criação do mesmo, os documentos base seguintes:

MCRP<sup>33</sup> 3-20.5 *Unmanned Aircraft System Operations* (9 dezembro 2015);

ATP<sup>34</sup> 3.3.7.1 *UAS Tactical Pocket Guide* (Edição A, Versão 1, abril 2014)

Importa referir que o mesmo foi adaptado pelo autor da dissertação e traduzido pelo próprio.

Para o UAS de classe I, que é a classe onde o UAS COTS se encontra, está definido que normalmente operam para dar suporte a uma pequena força no terreno, sendo o UAS deste tipo controlado por um único operador, que recebe os dados dos sensores num pequeno computador (NATO, 2014).

Na figura seguinte pode-se ver o esquema sintetizado de C2 para esta classe:

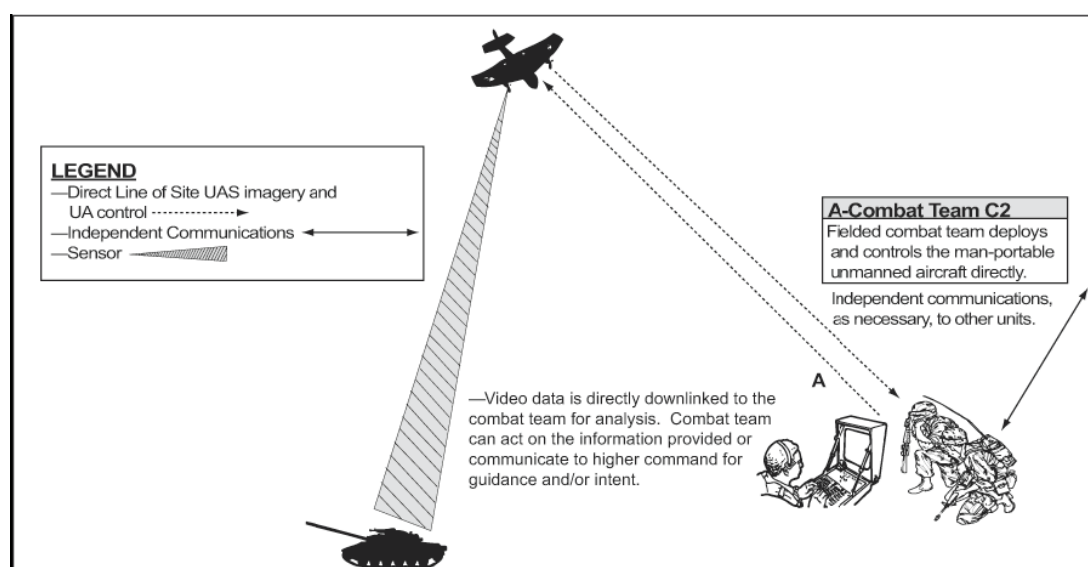


Figura 12-Esquemática de C2 para a Classe I de UAS fonte: NATO,2014

<sup>33</sup> Marine Corps reference publication.

<sup>34</sup> Allied Tactical Publication.

Como se pode ver na figura, o comando e controlo é realizado pela própria equipa que opera o *UAS*.

Tendo em conta que é o operador que recebe a informação e a processa, este deverá ter em conta o modelo proposto pelo MCRP, que concerne ao processo de recolha, processamento e disseminação de informação.

Logo o ciclo de *Intelligence* é composto da seguinte forma:

- Planeamento e Execução: Os esforços para direccionar a informação têm de ser centrados na distribuição a mesma para onde for necessária e requerida (MCRP, 2015);
- Recolha: Nesta fase ocorre a recolha de informações para satisfazer os requisitos identificados, dando apoio para fornecer novos dados às entidades de processamento de dados (*Ibidem*, 2015);
- Processamento e exploração: É a conversão dos dados coletados em informações adequadas para a produção de *intelligence* (*Ibidem*, 2015);
- Produção: Trata-se da fase de avaliação, interpretação, integração, análise e síntese de todas as informações recolhidas relevantes para um tipo de informação específico, tornando-se assim num produto de *intelligence* utilizável e aceitável (*Ibidem*, 2015);
- Divulgação: Nesta fase ocorre o transporte oportuno da *intelligence* para os usuários em formato apropriado e atempado (*Ibidem*, 2015);
- Utilização da *intelligence*: Esta fase ocorre no processo de tomada de decisão do comandante (*Ibidem*, 2015), sendo neste caso aconselhável que ocorra pelo operador do UAV COTS.

Na imagem seguinte aparecem todos componentes, agrupados segundo o processo já descrito acima:

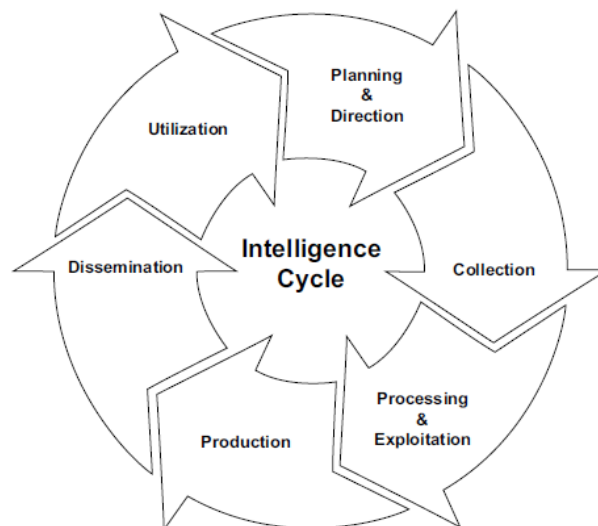


Figura 13- Ciclo de intelligence fonte MCRP, 2015

Segundo este mesmo documento a melhor forma de recolher *intelligence* é através de imagem. Sendo este método definido como a representação de objetos através de meios eletrónicos ou óticos (*Ibidem*, 2015).

No mesmo documento é referido que a capacidade de recolha de vídeo em tempo real é uma das capacidades mais importantes dos *UAS* (*Ibidem*, 2015). Importa referir que o reconhecimento por imagens está dividido em quatro tipos:

- Compilação de imagens para reconhecimento da área (*Ibidem*,2015);
- Imagens locais de reconhecimento de alvos (*Ibidem*, 2015);
- Imagens de reconhecimento de caminhos (*Ibidem*, 2015);
- Imagens de reconhecimento restritas para pesquisa (*Ibidem*, 2015);

Em conclusão deste subcapítulo e juntamente com o já abordado no capítulo, Vantagens e Capacidades dos *UASs* COTS, o método de comando e controlo descrito neste subcapítulo pode ser alimentado através da capacidade de recolha de informação em tempo real, fornecida pelo sensor EO ou IR do *UAS* COT.

#### 4. Construção dos Testes Realizados

Tendo por base o já abordado nos Capítulos anteriores, o signatário desta dissertação recorreu à componente prática, para assim proceder à verificação das capacidades operacionais inerentes ao *UAS COTS*.

Assim sendo, durante a realização das atividades experimentais, foram utilizados os UAS COTS seguintes:



Figura 15- Parrot Bebop 2


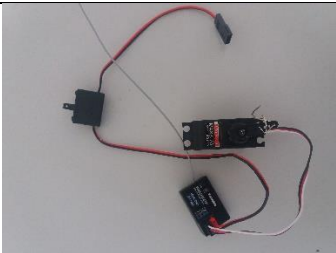




Figura 14 - Parrot Disco FPV

Caraterísticas:

Alcance	2 km	Alcance	2 km
Peso	500 g	Peso	750 g
Autonomia	25 minutos	Autonomia	45 minutos
Dimensões	200 x 180 x 110 mm	Dimensões	1150 mm x 580 mm x 120 mm
EO	14 MP 1080p	EO	14 MP 1080p

Devido à necessidade de realizar testes das capacidades dos UASs COTS, recorrendo a adaptações exteriores à fuselagem do UA, foi necessário recorrer a material complementar, o mesmo encontra-se descrito no quadro seguinte:

	ComandoRC <i>Futaba</i> T2HR Radio frequência de operação: 2.4 GHz Fonte de alimentação: 4 pilhas AA de 1.5 V
	Servomotor capacidade de 5kg Recetor Futaba 2.4 GHz

	Pesos de Chumbo 5g (Utilizados em pesca desportiva)
	Granada de instrução Tipo: Projeção de gás, por ação de disparo de cavilha; Adaptada para receber <i>payload</i> ;

*Tabela 2 - Material complementar para a realização das ações experimentais*

Durante a realização dos testes, a recolha de dados no terreno foi realizada através dos seguintes métodos: impresso FORMEX 101, filmagens dos observadores, filmagens recolhidas através do sensor EO dos UAs e dos sensores GPS, altímetro e giroscópio presentes nos UAs do UAS COTS. Importa referir que as imagens vídeos recolhidas pelo sensor EO e pelos observadores encontram-se compiladas no CD1, CD2 e CD3, identificados como apêndices digitais. Os dados recolhidos pelos sensores dos UAS COTS encontram-se no CD2, pasta UAV1.sensores, sendo os dados compilados como descrito no Anexo B.

#### **4.1. Operações de Reconhecimento Tático**

No âmbito da realização de operações de reconhecimento Tático, a série experimental foi realizada com o objetivo de testar as capacidades de recolha por sensores EO, procedendo-se da seguinte forma:

Realização de uma série na Baía de manobra da BNL, utilizando o UAV COTS *Parrot Disco FPV*, por forma a recolher imagens e filmagens a várias altitudes e tentativamente colocando o UAV COTS *Parrot Disco FPV* a realizar fiadas perpendiculares aos navios envolvidos na série.

Antes do início da série serão recolhidas as condições ambientais como o vento e visibilidade no local.

A figura seguinte mostra um exemplo das aproximações a realizar pelo UAV COTS *Parrot Disco FPV* durante a série:

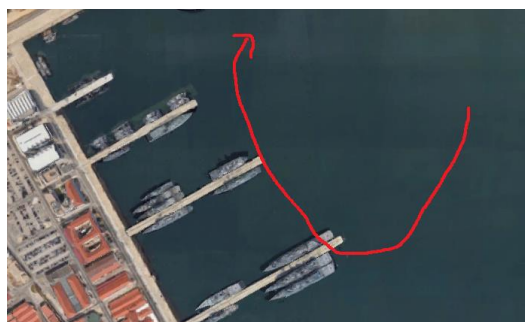


Figura 16-Exemplo de aproximações

Seguidamente procede-se à utilização do UAV COTS *Parrot Bebop 2 FPV*, para realizar a recolha de imagens, através de sucessivas aproximações às unidades navais, com vista a recolha de imagens por via de um UAV COTS de asa rotativa.

As aproximações serão realizadas recorrendo a altitudes baixas e fiadas em linha direta às unidades navais com a realização de uma aproximação para recolha de imagem com o *Parrot Bebop 2 FPV* em voo estacionário.

Inserido no teste de capacidade de reconhecimento táctico, foi realizado um novo teste composto por um voo livre e seguidamente o UAV COTS irá aterrar no telhado de um edifício, para assim proceder ao teste de recolha filmagens/manutenção de ligação após aterrar, com o objetivo de simular um ponto de observação avançado e perceber o tempo disponível de ligação com o UAV COTS, neste caso o *Parrot Bebop 2 FPV*, verificando regularmente a ligação entre o comando e o *Parrot Bebop 2*.

## 4.2. Operações de Ataques Cinéticos

Realização de investidas com os UAV COTS sobre os navios verificando a sua detetabilidade e agilidade.

Inserido no teste descrito no subcapítulo anterior, durante a realização das fiadas com o UAV COTS *Parrot Disco FPV*, observadores colocados nos navios procedem ao registo dos seguintes dados, no impresso FORMEX 101:

- Hora do início da série;
- Hora da deteção por parte da guarnição do navio do UAV COTS;
- Hora da perda visual do UAV COTS;
- Observações pertinentes apontadas pelos observadores;

Antes de cada uma das fiadas a realizar, será transmitida a informação relativa da altitude por parte do operador e transmitido pelos observadores as seguintes situações:

- Aquisição visual sobre o UAV COTS;
- Perda de visual sobre o UAV COTS;



Seguidamente e recorrendo aos dados de posicionamento GPS presente no UAS COTS, será realizada uma análise das distâncias a que o mesmo foi detetado. Dando assim conclusão ao teste.

### 4.3. Operações de Transporte de Carga

Para a realização deste teste, proceder-se-á pelo método de tentativa e erro, aumentando gradualmente as cargas a transportar pelo UAS COTS *Parrot Bebop 2 FPV*, tendo por base 100g, até que o UAV COTS *Parrot Bebop 2 FPV* não consiga proceder à realização da decolagem e seguidamente o voo.

Assim sendo a tabela seguinte será preenchida com os valores dos sucessivos pesos e respetivos resultados, parando no momento em que o UAV não realize a decolagem/voo:

100g	
200g	
300g	
....	

*Tabela 3 - Tabela a título de exemplo a ser preenchida*

Esta tabela será preenchida numa escala de cores em que o verde representa sem limitações, amarelo representa com limitações e vermelho não realizável, sendo que atingido este patamar, ou seja, ao não ser possível realizar o voo, este valor será o último a ser utilizado como referência.

Seguidamente e tendo por base o já analisado no Capítulo Ações Irregulares e Terrorismo, o *modus operandi* utilizado para a realização deste teste será adaptar uma granada de instrução inerte com 400g<sup>35</sup>, sendo a carga da mesma simulada por pesos de chumbos com 5g cada, sendo esta acoplada ao *Parrot Bebop 2* por meio de um dispositivo composto por um servo-motor, um recetor, um comando rádio de aeromodelismo, juntamente com uma fonte energia composta por 3 pilhas de 1.5V, colocadas em série.

As imagens seguintes mostram o dispositivo montado no *Parrot Bebop 2 FPV*:

---

<sup>35</sup> Peso de referência de uma granada de mão, modelo M67, tendo esta um alcance de cerca de 4.5 a 5 metros, tendo um peso de 390g ([https://www.militaryfactory.com/smallarms/detail.asp?smallarms\\_id=36](https://www.militaryfactory.com/smallarms/detail.asp?smallarms_id=36), acedido em 17-06-2019 às 17:02)

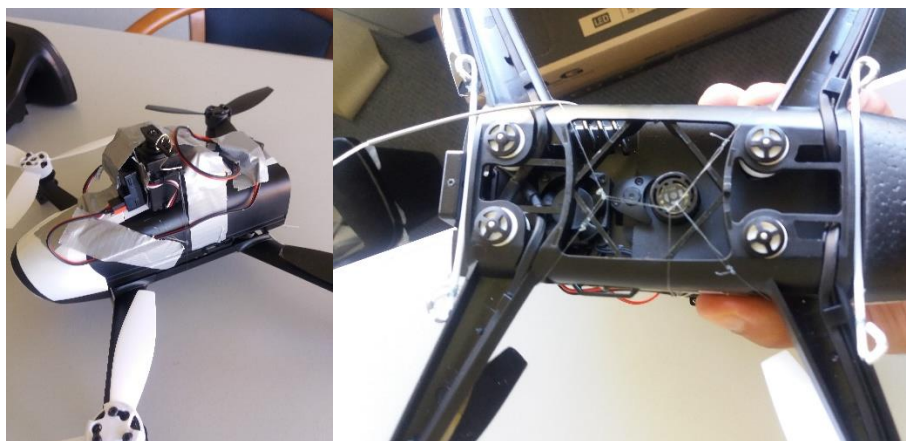


Figura 17- Montagem do dispositivo de lançamento da granada no UAV COTS

Como se pode ver nas imagens, o servomotor, o recetor e a fonte de alimentação encontram-se acopladas na estrutura do *Parrot Bebop 2 FPV*, sendo de seguida engrenado nos arames os ganchos que se encontram ligados por fio de anzol à granada.

A necessidade de recorrer a este método deve-se ao facto de o *Parrot Bebop 2* utilizar sensores para iniciar o seu voo, sendo estes situados na parte inferior e central do UAV COTS, logo a solução apresentada foi o transporte da granada ter sido realizado o mais afastado possível do UAV COT, cerca de 1.5 metros, para assim o despeque do mesmo ser realizado em segurança.

Este teste também tem como particularidade a de complementar o teste anterior, visto que o mesmo tentará comprovar se o *Parrot Bebop 2FPV* tem a capacidade de transportar e soltar *payload*.

#### 4.4. Operações de Apoio ao C2

Para a realização deste teste, será utilizado o UAV COTS, *Parrot Bebop 2*, sistema de comunicações, cerca de 10 elementos, câmaras e réplicas de *airsoft*.

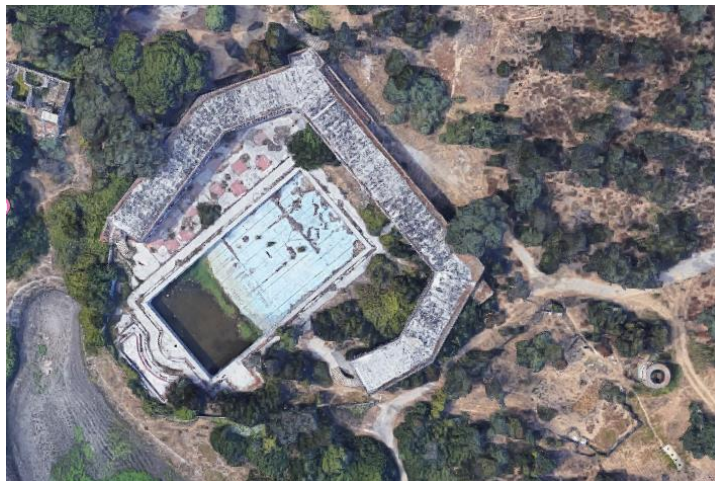
Este teste terá como objetivo testar de que forma um UAS COTS pode ou não ajudar, durante uma situação de combate em áreas edificadas, sendo neste caso simulado por um jogo de *airsoft*.

Cenário: Durante uma incursão em solo inimigo, num porto remoto, uma equipa de 4 elementos recebeu informações de que existem 5 elementos inimigos num dos edifícios do porto. Essa equipa é comandada por um 5º elemento responsável por operar o *UAS COTS*, com o fim de detetar por via do sensor EO, a posição dos elementos da força opositora, realizando ao mesmo tempo a condução da ação da equipa.

Prioridades:

1. Eliminar a força opositora realizando a limpeza do edifício;
2. Proceder à deteção dos elementos opositores através do *Parrot Bebop 2*;
3. Realizar a operação sem sofrer baixas;

Área de operações:



*Figura 18- Área de operações Hotel de Muxito fonte: google.maps*

No final do teste procedeu-se à elaboração de um relatório, para colocar em Apêndice, com os principais acontecimentos e observações mais importantes, apontadas durante a realização do exercício.

## 5. Análise de Resultados

### 5.1. Teste de *payload*

No âmbito deste teste foram testadas séries cujo objetivo foi o a perceção de se um UAV COTS, neste caso o *Parrot Bebop 2*, sendo um dos mais acessíveis e simples UAV COTS de asa rotativa do mercado, seria capaz de levantar uma carga até à ordem das 400g, por forma a verificar se estes meios possuem realmente possuem capacidade para transporte de cargas explosivas tipo granada de mão.

Os dados recolhidos foram os seguintes:

100g	
200g	
300g	
400g	
450g	
500g	
510g	

*Tabela 4- Tabela referente aos resultados do teste de payload*

Como se pode constatar pelo quadro acima, o UAS COTS em análise, consegue levantar com um *payload* de cerca de 400g, ou seja, tem a capacidade de levantar 0.8 vezes o seu peso, sendo este valor obtido dividindo as 500g de peso do *Parrot Bebop 2* por 400g.

Tal feito faz com que esteja provado o objetivo proposto para este teste ou seja, a verificação da capacidade do transporte de cargas explosivas, neste caso uma granada de mão simulada por uma granada de instrução, preenchida no seu interior por chumbos de pesca com 5g cada, de forma a perfazer o peso de 40g.

Nas duas imagens seguintes pode-se visualizar, a título de exemplo, o UAV COTS *Parrot Bebop 2*, a levantar voo com 400g e a não conseguir descolar com 500g, ambas imagens foram recolhidas dos vídeos em apêndice digital “UAV2-400g” e “UAV2-500g”:



*Figura 19 - Parrot a tentar levantar 510g*



*Figura 20 - Parrot a levantar e a operar com 400g*

## **5.2. Teste de capacidades de C2**

Esta teste foi realizado como descrito no Apêndice A, nas condições descritas no mesmo, seguindo o procedimento experimental proposto.

Pressuposto isto, e tendo também como referência os vídeos em apêndice digital, vídeo UAV1air e vídeo UAV1air2, pode-se assim concluir que perante a utilização de este meio, em apoio ao C2, demonstrou alguma relevância.

Como se pode ver nas imagens seguintes, retiradas do vídeo recolhido pelo sensor EO do UAV COTS:



*Figura 21-1ª e 2ª deteção dos elementos opositores*

O UAV COTS possibilita a visualização do inimigo, de forma segura possibilitando assim um controlo ativo sobre o objetivo, dando também cobertura, neste caso aos 3 elementos da equipa do UAV COT- ver UAV1air minuto 03:34 ao 04:04 – onde graças ao comando e controlo por parte do operador do UAV COTS , os 3 elementos que se situavam naquela posição, foram capazes de eliminar o elemento da equipa contrária.

Também se pode no vídeo de apêndice UAV1air2, desde o minuto 03:21 até ao 03:44, que graças à colocação do UAV COTS , numa posição de aquisição visual difícil tanto para o inimigo como pelos membros da equipa do UAV COTS , ajudou aos



elementos sobrantes da equipa do UAV COTS, a rodear o último elemento da equipa inimiga, levando a pensar que a equipa UAV COTS, apareceria no local onde o *Parrot Bebop 2* se encontrava, quando o ordenado pelo operador fora o oposto.

### 5.3. Teste de recolha de informação pelos sensores/manobrabilidade

Quanto a este teste, estando os dados presentes no Apêndice B, podemos constatar as capacidades que existem para utilização deste tipo de sistema no âmbito da recolha de informação. Tomando como exemplo a figura a baixo, retirada do vídeo UAV11:



Figura 22- Imagem da fragata Vasco da Gama

Pode-se constatar que, com uma simples aproximação, consegue retirar características bastante detalhadas do navio, utilizando o sensor EO, na imagem pode-se ver que existe pessoal no cais, sendo ainda possível identificar a localização de elementos da guarnição do navio NRP Vasco da Gama e discriminar armamento presente no navio.

Também importa referir, como descrito no relatório, Apêndice B, a existência de alguns momentos em que o UAV COTS, *Parrot Disco FPV* é perdido pela guarnição do navio, embora se tenham apercebido da presença do mesmo, existia alturas em que depois da passagem sobre os navios, as guarnições do NRP Vasco da Gama e do NRP António Enes, perdiam o seguimento ao UAV COTS.

Segundo os dados retirados pelos sensores do UAS COTS, *Parrot Disco FPV*, pode-se ver como perfis de voo ascendentes, consomem a bateria do UAV COTS, levam a um decréscimo apreciável da percentagem de bateria. Assim sendo é possível que é preferível realizar uma aproximação aos objetivos, realizando fiadas ascendentes. O gráfico mostra a relação entre a velocidade, altura e percentagem de bateria:

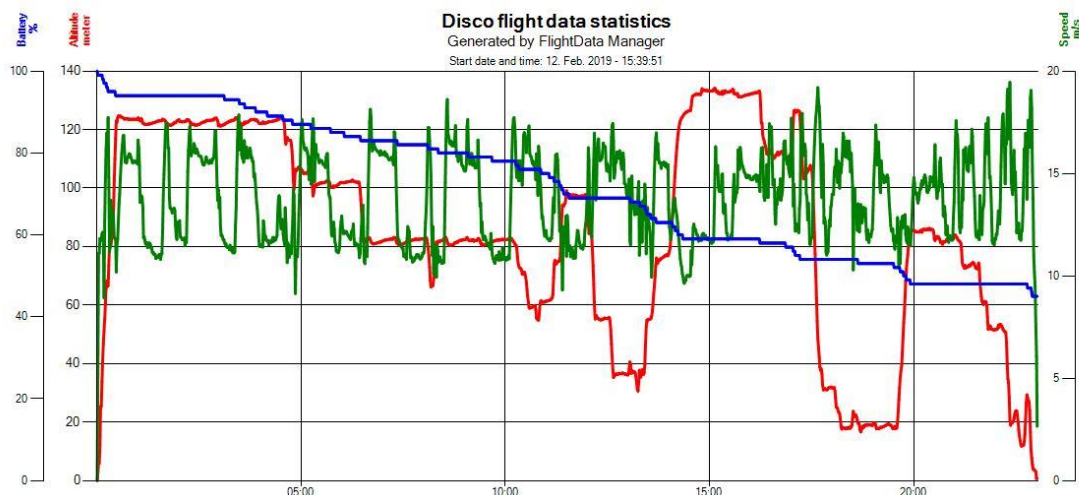


Gráfico 1 - Relação dos dados bateria (azul), altitude (vermelho) e percentagem bateria (verde), criado a partir do programa FlightDatamanager

Ainda no âmbito do teste das capacidades dos sensores, foi realizado um segundo teste, descrito no Apêndice C, para simular um possível ponto de observação avançado com o objetivo de testar a manutenção da ligação do UAV COTS, após aterrar o mesmo. Para a realização deste mesmo teste foram realizadas as seguintes considerações:

Foi realizado um voo de cerca de 300 m, ver figura 22, até um ponto elevado de um edifício, neste caso Messe Residencial da BNL, seguidamente aterrar o UAV COTS no ponto alto do edifício, ficando esta a uma altura de cerca de 60 m, seguidamente verificar a estabilidade do sinal entre operador e UAV. O teste termina quando o UAV, acusar uma capacidade de bateria de 40%, para assim o mesmo ter uma margem bastante alargada para o retorno ao ponto de origem. O seguinte gráfico mostra o tempo disponível de observação, após voo do UAV COTS *Parrot Bebop 2*:

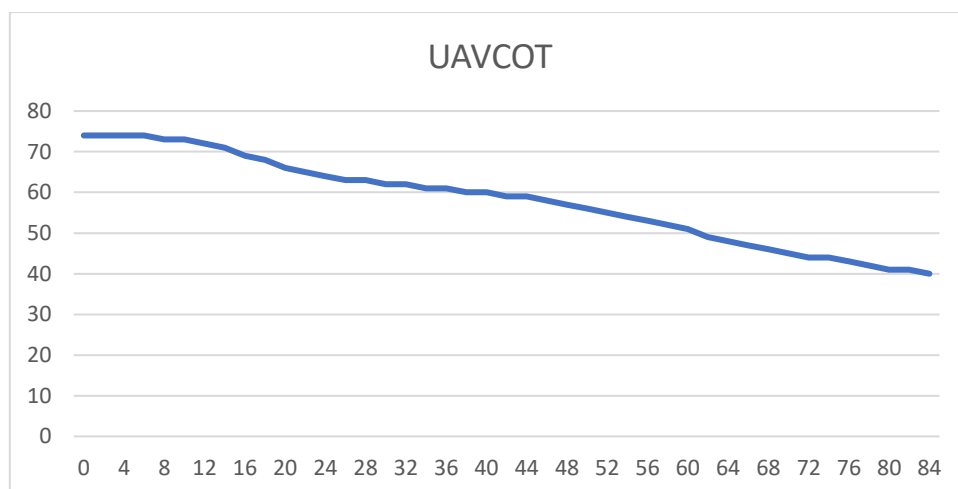


Gráfico 2 - Relação entre Bateria e Tempo

Como se pode ver pelo Gráfico 1, o UAV COTS, durante o seu voo de cerca de 300 m atingiu a percentagem de bateria de 73%, seguidamente para atingir a percentagem de 40%, levou cerca de 84 min, ou seja pode-se concluir que mesmo dando uma margem de 40% para retorno do aparelho ao ponto de origem, temos disponível 1h e 24min para recolher informações com o UAV COTS *Parrot Bebop 2*.



Figura 23 - Caminho seguido pelo Parrot Bebop 2, para realizar os 300 m

#### 5.4. Teste do dispositivo de lançamento de granada

No âmbito deste teste e visto que quanto ao teste de *payload*, se ter verificado a capacidade de o UAV COTS levantar com 400 g, que como já abordado é o valor de referência para uma granada ofensiva M67, segundo o descrito no subcapítulo Operações de Transporte de Carga, foi executado o teste de lançamento de uma granada de instrução com 400g, simuladas por lastro.

Como se pode ver na imagem seguinte e no vídeo em apêndice digital CD1 com o título UAVgranada:



Figura 24 - Parrot Bebop2 armado para lançar granada de instrução

Verifica-se assim que o método abordado no subcapítulo, Estado Islâmico e a Utilização de *UAS COTS*, é passível de ser replicado. Neste teste importa referir o peso envolvido durante o mesmo foi cerca de 440g, isto devido á montagem do dispositivo de



transporte e lançamento de granada, ou seja, o dispositivo pesava cerca 50g, devido á granada de instrução pesar 390g.

## 6. Conclusão

### 6.1. Conclusões gerais dos testes realizados

Tomando como referência o já abordado no capítulo análise de resultados e segundo os testes executados, o signatário conclui que quanto às capacidades de execução de operações ofensivas, existe por parte dos UAS COTS uma forte capacidade em dar apoio ao C2, realçando que este ficar a nível de equipa ou seja, ao nível do operador.

Devido ao facto de o teste C2 realizado só ter acabado com um dos elementos da equipa a ser perdido, pode-se verificar que os UAS COTS têm a capacidade de apoiar uma equipa de reconhecimento ou um pequeno pelotão de forças anfíbias e ao mesmo tempo, de manter os elementos da força em segurança. Também foi identificado que devido ao facto de estes sistemas serem operados por um só elemento, que em comparação com os UAS militares que são tipicamente operados em pares (CHORA, 2019)<sup>36</sup>, libertam pessoal para assim ter-se mais elementos focados na missão atribuída. Assim sendo estes sistemas enquadram-se em forças SOF, que realizam missões com poucos elementos.

### 6.2. Possíveis *Tactics, Techniques and Procedures (TTP's)*

Quanto a possíveis *tactics, techniques and procedures*, temos de realçar o seguinte:

- Realização de aproximações com UAV COTS de asa fixa, são aconselháveis para realizar operações de reconhecimento a longa distância;
- Tentativamente a equipa deve destacar o operador (se possível), para uma posição no terreno mais elevada, para assim ter uma conexão entre o UAV COTS, mais fiável;
- Os operadores do mesmo devem sempre ter em conta um espaço de utilização bastante limitado, sendo que para isso devem ter uma área definida para a zona de concentração da ação, tomando como teto máximo de referência o definido para o modelo de UAS COTS a utilizar;

Sendo de realçar, como o tamanho destes sistemas são muito pequenos, convém ter em conta as condições ambientais principalmente vento. Pressuposto isto as possíveis TTPs encontram-se vertidas no Apêndice D.

---

<sup>36</sup> Ver em Apêndice E;

## 6.4. Conclusões finais

No âmbito desta dissertação de mestrado, foram propostos pelo signatário os seguintes objetivos: estudar as capacidades dos UAS COTS, estudar possíveis aplicações em operações anfíbias, elaborar propostas de procedimentos relativos a UAS COTS para operar em ambientes portuários.

Assim sendo, para cumprir com os objetivos desta dissertação de mestrado, o signatário procurou responder a quatro questões secundárias, sendo estas responsáveis por responder à questão principal: “Quais as vantagens da utilização deste meio para a Marinha?”.

As questões secundárias foram as seguintes:

1. Quais as capacidades destes meios?
2. Onde e quando já foram utilizados os UAS COTS?
3. Que doutrina existe relativa à utilização de UAS COTS?
4. É possível a utilização deste meio pela Marinha Portuguesa, no âmbito das operações ofensivas contra unidades navais e instalações portuárias?

Quanto à primeira questão, o signatário recorreu a artigos, notícias e entrevistas relacionados com os UAS COTS, fazendo a análise das vantagens no capítulo “Vantagens e Capacidades dos UAS COTS”, sendo neste capítulo identificadas a título de exemplo as seguintes vantagens: baixo custo, agilidade e furtividade.

Quanto à segunda questão, o signatário utilizou o mesmo método da primeira questão, sendo a análise das fontes apresentada no capítulo “Análise de Operações”.

Na terceira questão, foi realizada uma entrevista ao Comandante da Companhia de Sistemas de Vigilância do RA nº5 do Exército, antigo batalhão ISTAR (Apêndice E), onde o principal tema foi o emprego operacional de UAS pelo Exército Português, tendo sido identificada a publicação NATO “*UAS Tactical Pocket Guide*”, que constituiu uma base de trabalho para a criação de TTPs e identificação de capacidades destes sistemas. Ainda referente a esta questão foram utilizados documentos NATO, que se encontram vertidos no capítulo “Conceito de Emprego Operacional”.

Na quarta questão, foram utilizados para a resposta da mesma, os testes que se encontram descritos nos apêndices A, B, C e D (onde se encontram conclusões detalhadas de cada teste), verificando-se que os mesmos são passíveis de ser utilizados para reconhecimento de navios e de portos, ou mesmo apoiando um assalto anfíbio num porto.

Sendo assim, conclui-se que a Marinha pode ver neste meio de baixo custo e fácil operação uma ferramenta para complementar as capacidades já edificadas no âmbito das operações anfíbias.

### **6.3. Recomendações para futuras investigações**

Verificadas que as capacidades deste sistema são funcionais no âmbito de operações ofensivas contra instalações portuárias, aconselha-se a:

Estudo da capacidade de utilização destes meios no âmbito de operações de interdição marítima MIO.

Realização de um manual tipo *hand-book*, com adaptabilidades para estes meios visto que alguns dos UAS COTS, embora variem em capacidades e características, terem características parecidas ou mesmo iguais, um exemplo disto é programação dos UAS COTS, alguns compartilham a mesma linguagem *opensource*.

Criação de um SAD, Sistema de Apoio à Decisão, utilizando uma base dados relativos a características, preço e forma de aquisição de UAS COTS, tendo como critério de seleção para a escolha do UAS COTS, o tipo de operação a ser realizada, para assim em caso de necessidade, o processo de escolha de um modelo ser mais célere e direcionado ao teatro de operações.



## Referências Bibliográficas

- ATTARD, D. (23 de março de 2017), *The history of Drones: a wonderful, fascinating story over 235+ years*: <https://www.dronesbuy.net/history-of-drones/>.
- Autoridade Nacional da Aviação Civil. [ANAC] (2016). Regulamento n.º 1093/2016 de 14 de dezembro: Condições de operação aplicáveis à utilização do espaço aéreo pelos sistemas de aeronaves civis pilotadas remotamente “Drones”. Diário da República, 2ª série, n.º 238, 36613-36622.
- BUNKER, R. J., (agosto 2015). *Terrorist and Insurgent Unmanned Aerial Vehicles: Use, Potentials, and Military Implications*, Strategic Studies Institute (SSI), U.S. Army War College. Carlister, PA, USA. (BUNKER, 2015).
- CAJARABILLE, V., Henriques, A. C., Fonseca, C. S., Oliveira, O. T., ... Duarte, S. D. (2014). SEGURANÇA NOS PORTOS - Uma visão integrada. *Mare Liberum*. Aveiro (CAJARABILLE, 2014).
- DELGADO, J. A. M., (29 de janeiro 2018). *El uso de drones comerciales como vectores terroristas*, Instituto Español de Estudios Estratégicos, (DELGADO, 2018).
- DUDUSH, A., Tyutyunnik, V., Trofymov, I., Bortnov'skiy, S. e Bondarenko, S. (2018). *State of the Art and Problems of Defeat of Low, Slow and Small Unmanned Aerial Vehicles*. *Advances in Military Technology*, vol. 2: 157-171.
- GETTINGER, D. (2016). *Drones Operating in Syria and Iraq*.
- JAPCC. (janeiro 2010). *Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO*, Joint Air Power Competence Center. (JAPCC, 2010).
- KESSLER, R., (2003). *The CIA at war: Inside the secret campaign against terror*. 1ª Edição. *Library of Congress*. New York.
- MALLEY, D. O., (2018). *The Mother of All Drones, How Pilotless de Havilland Queen Bee Spawned the nemesis of al Qaeda*: <http://www.vintagewings.ca/VintageNews/Stories/tabid/116/articleType/ArticleView/articleId/484/The-Mother-of-All-Drones.aspx>.
- MARINHA. (2018), Diretiva Estratégica da Marinha, Portugal: [https://www.marinha.pt/conteudos\\_externos/Diretiva\\_Estrategica\\_da\\_Marinha/PDF/DEM\\_2018.pdf](https://www.marinha.pt/conteudos_externos/Diretiva_Estrategica_da_Marinha/PDF/DEM_2018.pdf).

- MARQUES, R. M. (2018). *Reference Model for Interoperability of Autonomous Systems*. Tese de Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.
- MCRP 3-20.5. (9 de dezembro 2015). *Unmanned Aircraft System Operations*, US Marine Corps, Washington, D.C., (MCRP, 2015).
- MIASNIKOV, E. (6 de dezembro de 2004), *Terrorists Develop Unmanned Aerial Vehicles, On “Mirsad 1” Fight Over Israel*: <https://www.armscontrol.ru/UAV/mirsad1.htm>.
- NATO, AAP-06., (março 2018). *NATO Glossary of Terms and Definitions*., Nato Standardization office., NSO.
- NATO, ATP 8, Volume I. (março 2017a). *Doctrine for Amphibious Operations*. D ed., 1ª ver., Nato Standardization Office., NSO. (NATO, 2017a).
- NATO, ATP-3.3.7.1. (abril 2014). *UAS Tactical Pocket Guide*, A ed. 1ª ver., Nato Standardization Agency., NSO (NATO, 2014).
- NATO, ATP-94. (abril 2017). *Harbour Protection*. A ed., 1ª ver., Nato Standardization Office, NSO. (NATO, 2017).
- NEUBECK, K., (2010), *U.S. Navy UAVs, in Action*, Carrolton, U.S.A, Squadron/Signal Publications. (NEUBECK, 2010).
- RASSLER, D., (julho 2018). *The Islamic State and Drones, supply, scale, and future threats*, Combating Terrorism Center, Weste Point. (RASSLER, 2018).
- SHEA, R. M., (1 de julho de 2017). *President’s Commentary: Humans are Holding Back Unmanned Systems*: <https://www.afcea.org/content/Article-presidents-commentary-humans-are-holding-back-unmanned-systems>.
- WALLACE, R. J., & LOFFI, J.M. (2015). *Examining Unmanned Aerial System Threats & Defenses: A Conceptual Analysis*. *Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, vol.2, (WALLACE, 2015).
- WARNKE, H. W., (26 de maio 2017). *Reconnaissance of LSS-UAS with Focus on EO-Sensors*, NATO, (WARNKE, 2017).

## **Apêndices**





## RELATÓRIO EXERCÍCIO UAV COTS (APÊNDICE-A)

DATA: 19/01/2019

LOCAL: Hotel abandonado do Muxito (Amora)

PERÍODO: 0915 - 0935

**PARTICIPANTE(S):**

-(ESCOLA NAVAL) 3 ASPOFS, 4 CADETES;  
- 3 CIVIS;

**UAV COTS PARTICIPANTE(S):**

-PARROT BEBOP 2 FPV (UAV2);

**CONDIÇÕES ATEMOSFÉRICAS:**

-Céu Limpo; -Temperatura: 10° C

-Vento 4 nós;

0915 – Início do Exercício; UAV 2 – levanta voo e início de teste de comunicações via telemóvel;  
0917 – Detetado um elemento no piso 1 do edifício;  
0917 – Operador do UAV 2 comunica a posição do elemento da força opositora, ordenando que 3 elementos da equipa se desloquem pelo piso 0, e um pelo piso 1 para rodear o elemento da equipa opositora;  
0923 – Primeiro contacto com os elementos da equipa opositora;  
0924 – UAV 2 deteta novo elemento no corredor do piso 1;  
0925 – UAV 2 dá apoio na cobertura visual à equipa, para esta poder subir para o piso 1 onde se encontram elementos da equipa opositora, sendo reportado que só foram identificados 2 elementos, pelo operador do UAV 2.  
0926 – Os 3 elementos da equipa do UAV 2, conseguem subir para o 1 piso, UAV 2 perde visual após embater nas ramificações de uma árvore;  
0927 – UAV 2 recuperado e lançado de novo;  
0928 – 2 elementos da equipa adversária eliminados, pelo elemento da retaguarda;  
0929 – 1 elemento da força de 3 elementos da equipa do UAV, elimina 1 elemento da força opositora e seguidamente o mesmo é eliminado;  
0930 – Os 2 elementos restantes da força amiga, eliminam 2 elementos da força opositora;

- Observações:

- a) Durante o período da realização do teste, apenas há que realçar a queda e recuperação do UAV2, devido ao facto de ter sido a primeira vez que o operador do mesmo operou num ambiente tão densamente fechado, por vegetação;  
b) Embora as comunicações tenham sido feitas por telemóvel, não houve imprecisão durante a transmissão de ordens por parte do operador para a equipa;  
c) Devido a este UAV COTS, não realizar salto de frequência, sentiu-se por parte do operador ligeira interferência provocada pelo edifício, durante o voo em BLOS;  
d) Nas duas imagens seguintes podemos ver com clareza, do ponto de vista do operador, a aquisição dos elementos da equipa adversária:



Imagem 1 – Elemento da força opositora



Imagem 1 – Elemento da força opositora



# Relatório Técnico

Ref: CINAV – 001/2019

Título:	Utilização de UAV COTS para ataques e defesa contra os mesmos, executado no dia 12 de fevereiro de 2019
Autores:	ASPOF Hipólito Lopes, ASPOF Rodrigues Marante, ASPOF Costa Teles, CTEN EN-AEL Monteiro Marques, CTEN M Nunes dos Santos, CTEN FZ Pereira da Silva, Prof. Sousa Lobo.
Sumário:	<p>Este relatório descreve os testes efetuados no dia Fevereiro de 2019, na Base Naval de Lisboa (BNL), visando verificar as capacidades de ataque por parte de UAV comerciais a navios atracados na BNL, e as capacidades destes para neutralizarem essa ameaça. Os testes foram efetuados no âmbito do projeto CAMELOT e para apoio às dissertações de mestrado dos três aspirantes, coautores deste relatório. Para esses testes, foram utilizados dois UAV COTS, o Bebop2 e o Disco, ambos da marca Parrot e com capacidade <i>First Person View</i> (FPV). Os navios alvo do ataque foram a Fragata NRP <i>Vasco da Gama</i> e a Corveta NRP <i>António Enes</i>. Os oficiais desses navios estavam cientes que o ataque iria ocorrer, bem como o oficial de Dia à BNL, mas a restante guarnição não.</p> <p>O ataque foi realizado por um aspirante localizado na extremidade da BNL, tendo efetuado sucessivas passagens sobre os navios. As guarnições dos navios detetaram os UAV muito tarde, e não foram capazes de manter o contacto com os mesmos, embora tenham cumprido com os procedimentos estipulados. Os atacantes conseguiram obter imagens com grande detalhe dos navios e instalações. Quando o sistema de <i>jamming</i> anti-UAV foi acionado, o operador do UAV atacante perdeu imediatamente a ligação, e a ameaça foi neutralizada.</p>
Data:	23/8/2019
Ref:	CINAV-001/2019

## 1. Enquadramento e motivação para os testes efectuados

A utilização de *Unmanned Aircraft Systems* (UAS) *commercial off the shelf* (COTS) abrange as mais variadas áreas, como a fotografia aérea, a monitorização de culturas agrícolas e a deteção de incêndios, ou simplesmente como hobby. O grande uso por parte do público deve-se, na sua maioria, ao facto de serem baratos, fáceis de adquirir e de operar.

Essas vantagens chamaram também a atenção de grupos terroristas e outras forças não-governamentais que adotaram os UAS COTS e utilizam-nos, por exemplo, em campos de batalha no Iraque e na Síria. Os UAS COTS podem exercer várias funções, como recolha de informação e ataque com recurso a engenhos explosivos.

De modo a aprofundar esse conceito, foram elaboradas três dissertações de mestrado na Escola Naval. Uma delas, “Emprego de veículos aéreos não-tripulados comerciais em operações contra navios e instalações portuárias”, visa testar as

capacidades dos UAS COTS na realização de ações ofensivas e de apoio a forças de desembarque e propor doutrina para a sua utilização. A segunda, “Defesa contra UAS COTS no âmbito da *Harbour Protection*”, tem como objetivo compreender que tipo de ameaça podem os UAS COTS exercer sobre navios atracados, instalações e infraestruturas portuárias e de que modo se deve estruturar a defesa contra essa mesma ameaça. A terceira, “Development of an Electronic Warfare Package”, desenvolveu um sistema de jamming de baixo custo para neutralizar ataques de UAV.

## 2. Objetivos e material usado nos testes

Para testar as reais capacidades dos UAV em ataques a instalações navais realizou-se um exercício prático, envolvendo UAS COTS e unidades navais, com os seguintes objetivos:

- a) Aferir a capacidade de resposta das unidades navais a um possível ataque com recurso a UAS COTS;
- b) Verificar se o pessoal está ciente das consequências de um ataque desse tipo;
- c) Verificar se o pessoal está preparado para reagir;
- d) Verificar se existe uma estrutura de coordenação de resposta ao ataque;
- e) Verificar a capacidade de recolha de imagens e a capacidade de manobra de UAS COTS de asa fixa e rotativa;
- f) Testar a operação e controlo dos UAS COTS;
- g) Verificar o alcance útil e a autonomia dos UAS COTS;
- h) Verificar se é possível neutralizar um UAS COTS recorrendo a um Software Defined Radio (SDR) de baixo custo, efetuando *jamming* ao sinal de controlo;

O teste foi realizado no dia 12 de fevereiro de 2019, na Base Naval de Lisboa. Os UAS COTS utilizados foram o Parrot Disco FPV (UAV 1), de asa fixa, e o Parrot Bebop 2 FPV (UAV 2), de asa rotativa (Imagem 1 e 2). Os navios que simulavam serem atacados foram os NRP *Vasco da Gama* e NRP *António Enes* (Imagem 3). Os oficiais desses navios e o Oficial de Dia à BNL estavam avisados da natureza deste exercício, mas as respetivas guarnições não, de modo a que as suas reações fossem as mais naturais possível. Contou-se ainda com o apoio do Centro de Investigação Naval (CINAV) e do Centro Integrado de Treino e Avaliação Naval (CITAN). Para efetuar o registo dos acontecimentos foi organizada uma equipa de observadores, composta por cinco elementos.



Imagem 26 - UAS COTS Parrot Bebop 2 FPV. Fonte: Fotografia dos autores.



Imagem 25 - UAS COTS Parrot Disco FPV. Fonte: Fotografia dos autores.



Imagem 27 - Imagem da Base Naval de Lisboa, obtida pelo Parrot Disco FPV. Note-se na posição 1 o NRP Vasco da Gama e na posição 2 o NRP António Enes. Fonte: UAS COTS operado pelos autores.

### 3. Descrição dos testes

Os testes estavam inicialmente previstos para a manhã de dia 12 de fevereiro. No entanto, os fortes ventos que se faziam sentir na zona e que impediam o voo dos UAS, obrigaram a adiar o exercício para a parte da tarde, das 1430 às 1540.

Durante a realização dos testes, o céu encontrava-se limpo, sem precipitação, o vento estava de norte com velocidade de 5 nós, a visibilidade era muito boa e temperatura era de 14°C.

Pelas 1442 dá-se início ao exercício, com o lançamento do UAV 1 do cais 8 (ver Imagem 4), que inicia o perfil de voo para atingir a altitude dos 120 metros. No minuto a seguir, o UAV 1 é avistado pela Equipa de Observadores do NRP *Vasco da Gama*, estando o UAV 1 nesse momento a 222 m da ponta do cais nº3 da BNL. Há mesma hora, o Oficial de Dia do NRP *Bérrio* contacta o Oficial de Dia à BNL, informando-o que dois Aspirantes a Oficial se encontram a operar um UAV no cais 8.

Às 1444, o UAV 1 inicia a aproximação ao NRP *Vasco da Gama*, com o rumo de 188 e altitude de 120 metros, sendo o mesmo detetado pelo Oficial de Dia desse navio, pelas 1445. Este tenta contactar, por rádio e telefone, o Comando Naval, mas sem sucesso. Quando o UAV1 inicia nova aproximação, a 100 m de altitude, o Oficial de Dia do NRP *Vasco da Gama* consegue finalmente contactar o Oficial de Dia à BNL via telemóvel e informa-o do avistamento do UAV1. Nesse preciso momento, o grupo de serviço desse navio perde o contacto visual com o UAV 1.





Figura 28 - Percurso realizado pelo Parrot Disco durante o exercício. Note-se que o mesmo foi lançado na posição 1.

Pelas 1449 o UAV 1 inicia uma aproximação a 80 m de altitude e às 1451 realiza outra à mesma altitude. Só na segunda aproximação é que o Oficial de Dia do NRP *António Enes* avista o UAV 1 e informa o Oficial de Dia à BNL. Não são tomadas nenhuma outras medidas.

Seguidamente às 1453 o UAV1 inicia nova aproximação a 60 m de altitude, sendo somente detetado às 1454 pela guarnição do NRP *Vasco da Gama*, à distância de 312 m ao cais nº3.

Pelas 1455 é iniciada uma aproximação a 40 m de altitude, pelo UAV 1, sendo que a guarnição do NRP *António Enes* que se encontra na tolda avista o UAV 1, mas não o reporta. Logo de seguida o operador do UAV1 perde a ligação com o mesmo, recuperando-a dois minutos depois, devido á capacidade do UAV de retornar automaticamente ao ponto de lançamento.

Às 1500 efetua-se nova aproximação pelo UAV 1, esta a 20 m de altitude, e mais uma vez a guarnição do NRP *António Enes* não reporta a presença e movimentos do mesmo. O UAV 1 dirige-se então para o ponto de aterragem, onde pousa às 1507.

Pelas 1517 o UAV 2 levanta voo para a realização de aproximações a baixa altitude. É detetado pela guarnição do NRP *António Enes*, mas não é dado o alarme pela mesma. Devido à necessidade de verificar os sensores de altitude do UAV 2, que não se encontravam a transmitir dados, procede-se à sua aterragem.

Às 1522, o UAV 2 levanta voo novamente para efetuar duas novas aproximações com o objetivo de testar o equipamento de *jamming* presente no NRP *Vasco da Gama*, sendo que o mesmo se verificou eficaz, deixando o UAV 2 sem sinal e a realizar voo estacionário junto ao navio. O exercício teve o seu término pelas 1535.

Os dados recolhidos durante este exercício estão nos seguintes ficheiros de dados:

Embora o ficheiro de voo tenha sido retirado a partir do perfil de utilizador convertido pela *cloud* da Parrot, os mesmos dados podem ser retirados através do serviço FTP pelo ip 192.168.1.2121. ligando acedendo pela rede Wifi do UAV COTS, utilizando um PC.

UAV1.json - Ficheiro gerado pelo sistema de *cloud*, da Parrot que recebe os dados de voo do “Parrot Disco”, com dados recolhidos pelos sensores do UAV. Este ficheiro, em formato próprio da Parrot, tem de segundo a segundo (ou seja, a 1Hz), a percentagem de bateria, posição da longitude (em graus) do controlador, posição da latitude (em graus) do controlador, estado da propulsão, alertas, estado do sinal wifi (em dB), estado do sinal de satélite, longitude (em graus), latitude (em graus), erro do posicionamento GPS, numero de satélites visíveis, velocidade em relação ao solo (em m/s), velocidade do vento (em m/s) retirado pelo Pitot tube, velocidade em x, velocidade em y, velocidade em z, estas velocidades (em m/s) adquiridas a partir do acelerómetro, Roll (em graus), Pitch (em graus), Yaw (em graus), estes três dados são adquiridos pelo giroscópio, altitude (em m) adquirida pelo altímetro.

UAV1.csv – Ficheiro em formato Excel com todos os dados extraídos do ficheiro anterior. Neste ficheiro cada linha corresponda a um instante segundo, e as colunas têm cabeçalhos autoexplicativos, com a informação descrita no parágrafo anterior. Este ficheiro foi obtido usando o programa: FlightData Manager – for Parrot Anafi, Parrot Bebop and Parrot Disco – Versão 4.1.8, que converte o ficheiro de voo JSON em CSV e KML.

UAV1.kml – Ficheiro com a trajetória para visualizar no Google Earth ou outro sistema GIS. Este ficheiro foi obtido usando o programa FlightData Manager – for Parrot Anafi, Parrot Bebop and Parrot Disco – Versão 4.1.8, que converte o ficheiro de voo JSON em CSV e KML, criando assim um ficheiro com os caminhos realizados pelo Parrot Disco.

#### 4. Conclusões

As conclusões obtidas, de acordo com os objetivos estipulados no início, foram as seguintes:

- a) Quando um elemento da guarnição avista um UAS nas imediações do seu navio, avisa o Oficial de Dia, que por sua vez contacta com o Oficial de Dia à BNL. No entanto este procedimento só foi efetuado na primeira vez que se detetou o UAS.
- b) Os UAS não são considerados uma ameaça por parte das guarnições dos navios. Mesmo depois de ter avistado os UAS COTS, a guarnição manteve-se no exterior dos navios, tendo-se até juntado mais pessoal para observar as aeronaves. Tal despreocupação deve-se a dois motivos principais: o desconhecimento das capacidades bélicas dos UAS COTS e a sua associação a simples brinquedos.
- c) Para além de informarem o Oficial de Dia, os militares da guarnição não tomaram mais alguma medida e não se preocuparam em manter um constante contacto visual com o UAS COTS, tendo-o perdido várias vezes.



- d) Para além da comunicação do avistamento do UAS COTS para o Oficial de Dia à BNL, não existem outros procedimentos a executar por parte do navio.
- e) Os sensores eletro-óticos de ambos os UAS COTS mostraram ser capazes de, independentemente da altitude a que operaram, recolherem imagens precisas e discriminadas do ambiente portuário. Quanto à capacidade de manobra, o UAS COTS de asa rotativa mostrou-se mais prático, devido à sua capacidade de conseguir pairar sobre um ponto. O UAS COTS de asa fixa é mais rápido (conseguiu atingir 68 km/h) e é melhor para fazer o varrimento de grandes áreas, através de fiadas. O de asa rotativa tem maior aceleração e é melhor para realizar observações focadas num determinado ponto.
- f) Durante a realização dos testes, houve perda do sinal de controlo do UAS COTS de asa fixa devido à superestrutura do NRP Bérrio se encontrar entre o operador e a aeronave. Assim, recomenda-se que o operador esteja afastado de infraestruturas altas durante a operação destes modelos.
- g) O UAS COTS de asa fixa percorreu 16 km durante os 20 minutos de voo. Quando aterrou, a percentagem de bateria que sobrou era de 48%.
- h) O equipamento de *jamming* foi eficaz a neutralizar a potencial ameaça do UAS. O UAV 2 efetuou duas aproximações em direção ao *jammer*, tendo este conseguido afetar o sinal de controlo, fazendo com que o UAV 2 se afastasse do navio e ficasse em voo estacionário nas imediações, a potência utilizada pelo *jammer* foi de 1 W, sendo que a frequência afetada foi a Wifi (2.4Ghz), o método utilizado foi ruído Gaussiano.

As lições retiradas deste teste permitiram completar as dissertações de mestrado em questão.

Ficou comprovado que os UAS COTS podem desempenhar um papel importante em ações de vigilância e reconhecimento. A sua capacidade de transmitir imagem em tempo real permite ajudar a coordenar ações ofensivas contra instalações portuárias, enquanto que a sua reduzida silhueta os torna difíceis de detetar e seguir, o que lhes confere vantagem tática na aproximação ao alvo. Através dos dados retirados pelos sensores do UAV1, pode-se constatar a relação que existe entre as manobras executadas durante o exercício e a autonomia do UAV1 (ver gráfico 1).

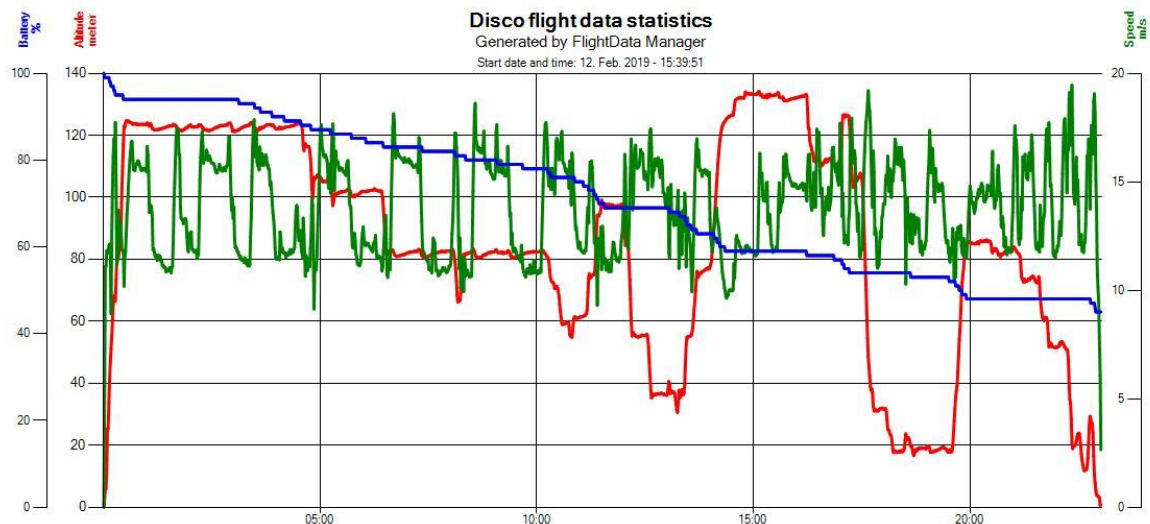


Gráfico 3 – Relação entre bateria (gráfico azul), altitude (gráfico vermelho) e velocidade (gráfico verde) do Parrot Bebop FPV

Na análise do gráfico anterior é possível concluir que, quando se dão variações ascendentes de altitude é quando ocorre o maior decréscimo de percentagem de bateria. Concluindo assim que durante a operação de UAS COTS, a forma como são realizados os perfis de voo, devem ser o menos variáveis em altitude (principalmente ascendente), para assim poder ser aproveitado ao máximo a autonomia deste modelo de UAS COTS.

Concluiu-se que a utilização de UAS COTS em operações militares ou terroristas, por ser ainda um tema recente, não é percebida como uma ameaça pelas guarnições dos navios. Os elementos a bordo não se deslocaram para uma posição protegida e não se preocuparam em relatar constantemente a posição da aeronave. Tal se deve ao facto de ainda olharem para os UAS COTS como um brinquedo e não compreenderem/não terem conhecimento dos potenciais perigos que lhes estão associados. Os oficiais de dia agiram corretamente, e seguiram as (poucas) instruções que tinham. É de notar que, para além do NRP *Bérrio* (cujo Oficial de Dia avistou logo no início dos testes os dois operadores dos UAV no cais 8) e dos dois navios que faziam parte do exercício, nenhum outro navio comunicou para o Oficial de Dia à BNL qualquer avistamento de UAV. Tal pode-se dever a duas situações: ou os UAV não foram avistados por outros navios, ou foram avistados, mas não se informou quem de direito.

Provou-se também que um sistema de *jamming* é bastante eficaz contra este tipo de ameaça, podendo vir a ocupar um papel central na defesa anti UAS COTS.



## RELATÓRIO EXERCÍCIO UAV COTS (APÊNDICE-C)

DATA: 10/08/2019

LOCAL: Base Naval de Lisboa (Messe Residencial)

PERÍODO: 1850 - 1930

## PARTICIPANTE(S):

- ASPOF Rodrigues Marante;

## UAV COTS PARTICIPANTE(S):

-PARROT BEBOP 2 FPV (UAV2);

## CONDIÇÕES ATEMOSFÉRICAS:

-Céu Limpo; -Temperatura: 21° C

-Vento 6 nós;

1800 – UAV2 inicia voo a partir do (pátio messe residencial) até aos 145 m de distância em relação à *ground station*;

1803 - UAV2 inicia voo de retorno de 145 m, (ver figura 2);

1805 – UAV2 aterra sobre o telhado do edifício da Messe Residencial, ficando a uma altura de cerca de 60 m;

1810 – Iniciada recolha dos valores de percentagem de bateria do UAV1, sendo a mesma de 73% ao minuto 0, seguidamente iniciou-se início do registo de dados (ver gráfico 1), como descrito no capítulo operações de reconhecimento tático;

1934 – Fim de recolha de dados dos valores referentes á percentagem de bateria;

1940 – Retorno do UAV2 ao local da *ground control station* (pátio da Messe Residencial);

- Observações:

a) O operador manteve-se sempre no pátio da Messe Residencial, sendo que quando UAV2 retornou, este ficou com a fachada do edifício entre a antena da *ground control station* e o UAV2, pois o UAV2 encontrava-se junto à extremidade do telhado do edifício (ver figura 1);

a) Durante o período da realização do teste, o operador foi testando o controlo do sensor EO, movimentando o mesmo, para verificar a estabilidade do Data Link entre a *ground control station* e o UA, verificando-se que o Data Link se mantinha estável, sem interferências;

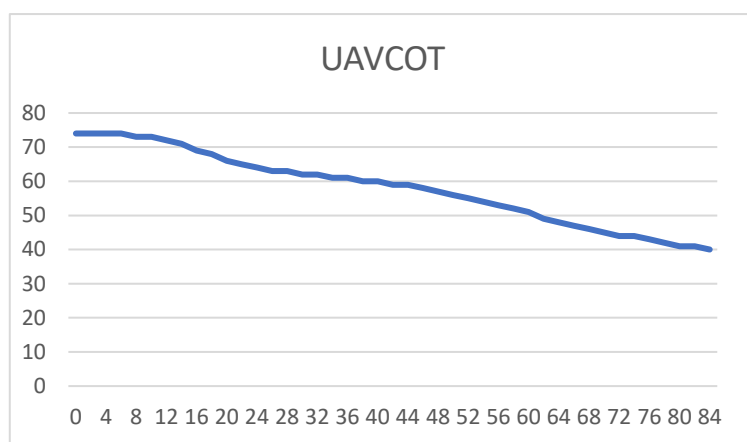


Gráfico 1 – Valores de percentagem de Bateria do UAV1 ao longo do tempo



RELATÓRIO EXERCÍCIO UAV COTS (APÊNDICE-C)



Figura 1 – Localização da *ground control station* (1), localização da posição do UAV 1 (2), imagem criada a partir do google earth;



Figura 2 – Representação do caminho realizado pelo UAV2, para realizar os 300 m, imagem criada a partir do google earth;

## APÊNDICE D (*Tactics, Techniques and Procedures, “TTPs”*)

Este apêndice foi realizado tendo em conta os seguintes documentos: ATP- 3.3.7.1 *UAS Tactical Pocket Guide* ed. A, versão 1 de abril de 2014, MCRP 3-20.5 *Unmanned Aircraft System Operations*, MCRP 3-20.5 *Unmanned Aircraft System Operations* de 9 dezembro 2015 e os resultados obtidos durante a elaboração desta dissertação.

Para o emprego de UAS COTS existem considerações a realizar antes de executar a operação dos mesmos.

Durante a fase de planeamento o operador deverá ter em consideração os seguintes fatores:

- Condições Ambientais:  
As condições ambientais deverão ser acima dos mínimos prescritos para a área de operações, tendo em consideração as capacidades do

Condições Ambientais	UAS	Sensores do UAS	Datalinks
Gelo	Possibilidade de criar condições de voo limitado	O gelo pode obstruir os sensores	A receção poderá ficar degradada
Ventos cruzados > 15 Kts	Geralmente afeta as capacidades operacionais	N/A	N/A
Ventos fortes > 50 Kts	Possibilidade de criar condições perigosas de voo	N/A	N/A
Chuva Leve	Poderão conseguir operar <sup>37</sup>	N/A	N/A
Chuva forte: 5 cm ou mais por hora	Geralmente não conseguem operar	Imagem pobre, inutilizável	Receção degradada
Nuvens baixas, poeiras, tempestades de areia, nevoeiro	Riscos associados à fase de lançamento e aterragem	Podem ser atravessados pela luz, menos com nevoeiro cerrado	N/A

Tabela 1- Limitações referentes às condições atmosféricas nos UAS, adaptado de ATP – 3.3.7.1

- Tipo de sensor utilizado pelo UA COTS;  
Considerando a missão a realizar, terá de se ter em conta qual o sensor que apresenta melhor resolução, para a realização da mesma, a tabela seguinte mostra a matriz segundo o tipo de sensor:

---

<sup>37</sup> Dependendo do UAS COTS selecionado, ou caso sejam realizadas adaptações ao sistema de propulsão;

Vantagens	Desvantagens
EO-Electro Ótico	
Fornece uma imagem familiar do cenário	Se emprego de camuflagem ou técnicas de ocultação, podendo enganar o sensor
Oferece sistemas de resolução inalcançáveis com outro tipo de sensores óticos	Limitados pelas condições ambientais: luz visível incapaz de atravessar nuvens ou nevoeiro.
Preferível para realizar análise detalhada e realizar medições	Restringido pelo terreno ou vegetação
Capacidade de criar modelos em 3D para melhor análise	Limitado às áreas iluminadas durante a noite
Infravermelhos	
Sendo um sensor passivo, sendo difícil realizar jamming	Pouco eficaz durante os crepúsculos 1 a 1.5 horas depois (matutino e vespertino)
Oferece capacidade de combate a camuflagem	Mau tempo degrada a qualidade
Providência boa resolução. Capacidade adquirir imagens durante a noite	N/A

Tabela 2 – Matriz de relação de sensores, adaptado de ATP – 3.3.7.1

- *Ground control station*;
  - 1- DataLink: Segundo o modelo de UAS COTS, deve ser considerado se o mesmo tem capacidade salto de frequências, ou manutenção da banda frequência de operação.<sup>38</sup>
  - 2- Posição da *ground control station*: Posições elevadas promovem a manutenção do DataLink.
- Modelo de Comando e Controlo C2:
 

Logo o ciclo de *Intelligence*, para realizar o C2 é composto da seguinte forma:

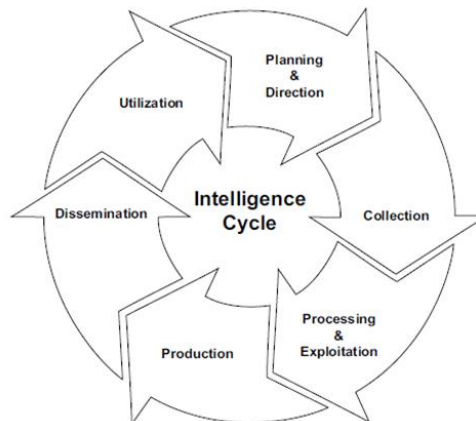
  - Planeamento e Execução: Os esforços para direcionar a informação têm de ser direcionados para distribuir a mesma para onde for necessária e requerida (MCRP, 2015);
  - Recolha: Nesta fase ocorre a recolha de informações e inteligência para satisfazer os requisitos identificados, dando apoio para reunir novos dados às entidades de processamento ou produção de dados (*Ibidem*, 2015);
  - Processamento e exploração: É a conversão dos dados coletados em informações adequadas para a produção de *intelligence* (*Ibidem*, 2015);

<sup>38</sup> Capacidade de salto de frequência possibilita a eliminação do ruído, aquando a operação de UAS COTS, perto de infraestruturas ou vegetação.



- Produção: Trata-se da fase de avaliação, interpretação, integração, análise e síntese de todas as informações recolhidas relevantes para um tipo de informação específico, tornando-se assim num produto de inteligência utilizável e aceitável (*Ibidem*, 2015);
- Divulgação: Nesta fase ocorre o transporte oportuno da *intelligence* para os usuários em formato apropriado e atempado (*Ibidem*, 2015);

A figura seguinte mostra o ciclo da disseminação de informação:



Esquema 1 – Ciclo distribuição de *Intelligence*, para o C2, retirado de MCRP 3-

- Perfis de voo;  
Devido a estes sistemas terem bastante agilidade, deverão ser considerados perfis de voo para UAS COTS segundo as duas considerações seguintes:
  - Asa rotativa: Perfil de voo livre só limitada pela autonomia;
  - Asa Fixa: Perfil de voo limitado pelas condições atmosféricas, neste caso específico vento, sendo aconselhável aproximação inicial contra o vento partir de altitudes elevadas:

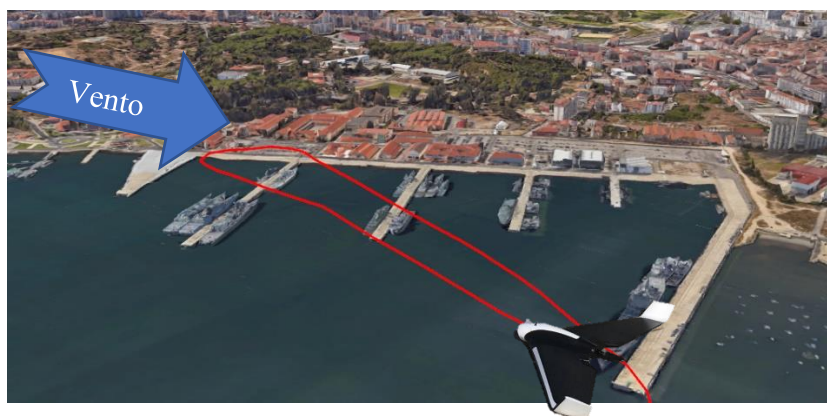


Figura 1 – Perfil de voo para realizar reconhecimento





## APÊNDICE E

Entrevista realizada Capitão Chora e Sargento Machado, Regimento de Artilharia nº 5, Companhia de Sistemas de Vigilância.

**Aspirante Rodrigues Marante (RM):** Podem-nos explicar quais são as vossas funções no Regimento de Artilharia nº 5 (RA 5)?

**Capitão João Chora (JC):** Eu sou o Comandante da Companhia de Sistemas de Vigilância e o Primeiro-Sargento Joaquim Machado é Comandante de Secção de Sistemas Aéreos Não Tripulados.

**Aspirante Hipólito Lopes (HL):** Como estão organizados na companhia?

**Primeiro-Sargento Joaquim Machado (JM):** A companhia tem 4 secções Mini-UAVs, cada uma com 3 equipas. As equipas de Mini-UAVs são constituídas por 1 Sargento e uma Praça. Em cada equipa há 2 aeronaves, 2 ECS e 1 RVT (tablet para o cmdt de companhia/batalhão conseguir ver os dados do UAV até uma distância máxima de 5km).

**RM:** No Exército já se utilizaram UAS COTS em operações?

**JC:** A nível profissional nunca se utilizaram. Apenas se utilizaram os UAS da Tekever na República Centro Africana num protocolo entre a empresa Tekever e o Exército Português.

**RM:** Nunca pensaram utilizar?

**JC:** Não, pois em 2015, quando foi levantada a capacidade, o protocolo com a Tekever já existia (com o AR4). Aqui na companhia, no ano seguinte, começou-se logo a trabalhar em conjunto com o gestor de projeto dos Mini-UAVs, nos requisitos NATO para a aquisição através da NSPA de novos equipamentos. No entanto, os que ganharam foram os RAVEN da AeroVironment.

**JM:** De 28 janeiro a 1 de março irá decorrer o primeiro curso para a utilização dos mesmos com 9 formandos. É intenção do Exército que o curso, futuramente, seja dado por militares do Exército. Previsivelmente em maio, iremos à NSPA receber os equipamentos.

**HL:** E vão receber quantos?

**JM:** Ao todo são 36 aeronaves, ou seja, 12 sistemas. Este ano 8 sistemas e até 2021 os restantes 4.

**HL:** Consideram estes meios úteis?

**JC:** Para as missões em teatros de operações complexos é um meio muito útil, principalmente em missões como por exemplo na RCA. A ideia é mais tarde aplicar estas equipas em missões no estrangeiro.

**RM:** Já foram utilizados os meios na RCA?

**JC:** Não fomos (CSV) para a RCA, no entanto os UAVs da Tekever já foram operados por militares lá. Devido principalmente ao défice de formação e à falta de experiência houve diversos equipamentos danificados. Além disso, de acordo com as leis nacionais e internacionais é necessário ter pilotos credenciados para pilotar os UAVs. Espera-se que estas lacunas sejam agora extintas com a aquisição dos RAVEN.

**JM:** Houve um militar que me relatou que foi utilizado um UAV numa missão. Este referenciou que o UAV teve um papel importante no sucesso da missão, principalmente na área do reconhecimento, tendo-se esta realizado à noite e tendo sido a câmara térmica do UAV uma boa ajuda.

**Aspirante Costa Teles (CT):** O principal objetivo da utilização dos UAVs é unicamente pela companhia ISTAR?

**JM:** A ideia é a utilização das equipas da Companhia com forças paraquedistas, comandos ou operações especiais em virtude que podemos apoiar qualquer tipo de força para por exemplo, para efetuar reconhecimento.

**CT:** Costumam instalar algum tipo de payload nos UAVs?

**JC:** Só o que vem do fabricante. Mesmo que quiséssemos, seria difícil pois ao fazer modificações ao UAV perde-se a garantia e licenças do fabricante.

**CT:** Quais são os payload que o fabricante fornece?

**JM:** A gimble com as câmaras HD e IR e iluminador.

**HL:** Houve alguma diretiva do Exército para a formação desta capacidade?

**JC:** Com a renovação dos QO em 2015 a Bateria de Aquisição de Objetivos foi extinta dando início à Companhia de Sistemas de Vigilância.

**HL:** Houve algum estudo que vos levou a escolher os RAVEN?

**JC:** Foi criado um grupo de trabalho para criar os requisitos para os UAVs do Exército, que foi posteriormente enviado para a NSPA que geriu o concurso que foi ganho pela AeroVironment com o equipamento Raven.

**HL:** Foi feito alguma medição para saber qual o ruído emitido pelos UAVs?

**JC:** Não foi feito nenhum teste. Não considerámos necessário pois, à altitude de operação dos UAVs, não se ouve nada em terra.

**RM:** Há prospetivas de serem vocês a operar os UAVs nas missões no futuro?

**JM:** Estamos à espera da resposta do EME e do CFT, mas em princípio seremos nós. E é importante que assim o seja, pois todos os relatórios das forças que já utilizam UAVs sugerem que os pilotos sejam especializados e sejam militares dedicados unicamente a esta área. Tal como na Engenharia por exemplo, temos uma força à parte responsável por uma determinada área e a ideia é aplicar o mesmo aos UAVs.

**RM:** Já têm alguma doutrina ou TTPs?

**JC:** Não, iremos apenas desenvolver doutrina e TTPs depois de termos os equipamentos e a formação da empresa. No entanto, temos um manual em que nos temos baseado intitulado: UAS Multi-Service Tactics, Techniques, and Procedures for The Tactical employment of Unmanned Aircraft Systems, 22 janeiro de 2015, ALSA.

**CT:** Já pensaram na defesa das nossas forças contra estes sistemas?

**JC:** Estamos agora a fazer a aquisição dos sistemas e é aí onde incide o nosso foco por agora. Além de ser uma questão relevante, ainda não se desenvolveu trabalho nesse sentido.

**CT:** Já identificaram possíveis ameaças aos vossos equipamentos como guerra eletrónica?

**JC:** A guerra eletrónica é a mais eficaz, mas o RAVEN tem um sistema que o faz retornar a um local pré-definido em caso de perda do sinal.

**CT:** Este possui algum sistema de navegação inercial?








**JM:** Não, depende de uma bússola interna e do GPS. Em caso de Jamming ao GPS é difícil fazer a aeronave cumprir o que o operador quer. Ficamos limitados ao conhecimento do terreno e navegação unicamente através da câmara.



## **Anexo**



## ANEXO A (Drones Operating in Syria and IRAQ)

																															
	Image credit: Wikimedia	Image credit: Wikimedia	Image credit: Liorio Kibler/YouTube																												
	<b>Phantom</b>	<b>Inspire</b>	<b>F550 Flame Wheel</b>																												
Description	The Phantom series drones are multi-rotor consumer unmanned aircraft made by Da-Jiang Innovations Science and Technology, better known as DJI. In Syria and Iraq, the Phantom is flown by a variety of state and non-state groups.	The Inspire series drones are multi-rotor consumer unmanned aircraft made by DJI. The Inspire is believed to be flown by Syrian government forces.	The F550 Flame Wheel is a build-it-yourself multirotor drone kit manufactured by DJI. The F550 is believed to be flown by Syrian government forces.																												
Signings	In November 2013, Syrian rebels claimed to have shot down a Phantom that belonged to Syrian government forces. <sup>1</sup> An August 2014 video released by the Islamic State revealed for the first time that the group flies the DJI Phantom. <sup>2</sup>	An October 17, 2015 photo reportedly released by Syrian army soldiers shows one DJI Inspire among several DJI Phantoms. <sup>3</sup>	In October 2013, a F550 reportedly belonging to the Syrian Arab Army crashed behind rebel lines. <sup>4</sup>																												
Background	The first generation Phantom was unveiled on January 7, 2013. <sup>5</sup> As an affordable and ready-to-fly machine, the Phantom helped popularize drones. In 2015, DJI held 70 percent of the consumer drone market. <sup>6</sup> The Phantom 4 was released on March 3, 2016. <sup>7</sup>	The Inspire 1 was released in November 2014. <sup>8</sup> It was marketed as a mid-way point between the hobby Phantom drones and the drones aimed at professional filmmakers. <sup>9</sup>	The Flame Wheel F550 is the largest in the F-series of drone airframes built by DJI. <sup>10</sup>																												
Features	The Phantoms have white airframes, four rotors, skid landing gear, and green and red lights.	The Inspire has T-shaped arms that retract upon takeoff to give the camera an unobstructed view.	The Flame Wheel is a hexacopter drone; it has six arms and skid landing gear. It is designed to be more durable and crash-resistant than smaller hobby drones.																												
Images	 Syria, August 18, 2015. Image via: <a href="#">@JulianRaspaka</a>	 Syria, September 17, 2016. Image via: <a href="#">@RealComet747</a>	 Syria, October 17, 2015. Image via: <a href="#">@JouhadAmroki</a>	 Syria, October 1, 2013. Image via: <a href="#">Hamilton's Military Channel/YouTube</a>																											
Specifications	<table><tr><td>Width</td><td>38 cm</td></tr><tr><td>Length</td><td>22 cm</td></tr><tr><td>Speed</td><td>72 km/h</td></tr><tr><td>Weight</td><td>1.36</td></tr><tr><td>Endurance</td><td>0.3 hrs</td></tr><tr><td>Price</td><td>\$1,199</td></tr></table> Source <sup>11</sup>	Width	38 cm	Length	22 cm	Speed	72 km/h	Weight	1.36	Endurance	0.3 hrs	Price	\$1,199	<table><tr><td>Width</td><td>45.1 cm</td></tr><tr><td>Length</td><td>43.8 cm</td></tr><tr><td>Weight</td><td>2.94 kg</td></tr><tr><td>Endurance</td><td>0.4 hrs</td></tr><tr><td>Price</td><td>\$1,400</td></tr></table> Source <sup>12</sup>	Width	45.1 cm	Length	43.8 cm	Weight	2.94 kg	Endurance	0.4 hrs	Price	\$1,400	<table><tr><td>Diagonal</td><td>0.55 m</td></tr><tr><td>MTOW</td><td>2.4 kg</td></tr><tr><td>Price</td><td>\$369</td></tr></table> Source <sup>13</sup>	Diagonal	0.55 m	MTOW	2.4 kg	Price	\$369
Width	38 cm																														
Length	22 cm																														
Speed	72 km/h																														
Weight	1.36																														
Endurance	0.3 hrs																														
Price	\$1,199																														
Width	45.1 cm																														
Length	43.8 cm																														
Weight	2.94 kg																														
Endurance	0.4 hrs																														
Price	\$1,400																														
Diagonal	0.55 m																														
MTOW	2.4 kg																														
Price	\$369																														

4



## CHINA



Image credit: Ramesh Palle/YouTube

### Matrice 100

The Matrice 100 is a multirotor drone manufactured by DJI. The Matrice is flown by Iraqi Federal Police.

A November 2016 photo by Achilles Zevallis showed Iraqi police operating a DJI Matrice 100 south of Mosul.<sup>14</sup>

The Matrice 100 is intended to be used by academic and professional drone users. It was unveiled in June 2015.<sup>15</sup>

The Matrice 100 has double the flight time of the Phantom and comes equipped with the automated "Guidance" obstacle avoidance system.

Image available [here](#).

Diagonal	0.65 m
MTOW	3.6 kg
Max Speed	79 km/h
Endurance	0.6 hrs
Price	\$3,299

Source <sup>16</sup>



Image credit: Ricorn88/YouTube

### Skyhunter FPV

The Skyhunter is a fixed-wing hobby drone made by Tensho (Xiamen) Model Co., Ltd., a manufacturer of hobby drones based in Fujian province. The Skyhunter is flown by ISIL.

In October 2014, the Syrian Army reportedly shot down a Skyhunter in Deir Ezzor that it claimed belonged to an ISIL.<sup>17</sup> Since then, multiple Skyhunter drones reportedly belonging to IS have been downed or captured.<sup>18</sup>

The Skyhunter can be purchased from most major online hobby drone retailers and is a popular model for "first-person view" (FPV) recreational flying.<sup>19</sup>

The Skyhunter has a twin-boom empennage configuration, twin vertical stabilizers, and a rounded fuselage nose. It has high-mounted straight-wing mainplanes.



Iraq, October 17, 2016. Image via [@BeyondTheEvent](#)



Iraq, December 13, 2015. Image via: [Algarine News](#)

Wingspan	2.12 m
Payload	2 kg
Price	\$179*

Source <sup>20</sup>



Image credit: Gabor Zoltan/YouTube

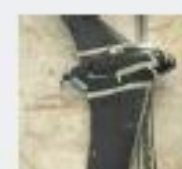
### Skywalker X8

The Skywalker X8 is a fixed-wing hobby drone made by Guilin Feiyu Electronic Technology. The Skywalker is flown by ISIL.

An early sighting of the Skywalker took place in August 2015 when the Kurdish Peshmarga recovered a Skywalker near Iraq's Mosul Dam.<sup>21</sup> In November 2016, a Skywalker was captured by Kurdish forces in western Mosul, Syria.<sup>22</sup>

Like the Skyhunter, the Skywalker X8 is a popular platform for first-person view flying.

The Skywalker design is known as a flying wing or swept wing, a blended wing-body aircraft. It has a cone-shaped fuselage, and blended winglets. It is hand-launched, although some configurations have included a bungee or rail-launch system.<sup>23</sup>



Syria, July 23, 2016. Image via: [@Conflicts](#)



Iraq, Aug. 27, 2015. Image via: [@GuangzhouNews](#)

Wingspan	1.8 m
Length	0.65 m
MTOW	3.5 kg
Price	\$111*

Source <sup>24</sup>

## CHINA



Image credit: RC Life/YouTube

### X-UAV Talon

The X-UAV Talon is a fixed-wing hobby drone made by HOOAH Aviation Technology Co., Ltd. in Jiangsu, China.<sup>28</sup> The Talon is flown by ISIL.

In October 2015, Iraqi Federal Police reported that they had shot down an ISIL Talon drone east of Ramadi.<sup>29</sup> In June 2016, the Levant Front, a rebel group in Syria, reported shooting down a Talon in Aleppo, Syria.<sup>30</sup>

Like the Skyhunter and the Skywalker, the styrofoam Talon is a popular model for first-person view flying, widely available from online retailers.<sup>28</sup>

The Talon has a v-tail (also known as a butterfly tail), sort of like a miniature version of the CH-4 or Reaper drones. It has a monoplane shoulder wing design and pusher configuration.



Iraq, October 3, 2015. Image via: [Iraqi News](#)

Syria, June 30, 2016. Image via: [@alshar1121](#)

Width	1.7 m
Length	1.1 m
Weight	2.4 kg
Endurance	.6 hrs
Price	\$116*

Source<sup>28</sup>



Image credit: alshar1121/YouTube

### My Twin Dream

My Twin Dream is a fixed-wing hobby drone made by MyFlyDream. My Twin Dream is flown by Kurdish Peshmarga.

An October 2016 photo showed a My Twin Dream aircraft being prepared by Kurdish Peshmarga during the Mosul Offensive.<sup>30</sup>

My Twin Dream is another popular remote-control hobby aircraft that is widely available. With its large airframe and twin motors, My Twin Dream is designed for long-distance flying.<sup>28</sup>

My Twin Dream has a twin motor configuration. It has a standard tailplane and shoulder-mounted wings. The payload bay is located in the nose of the fuselage.



Iraq, Oct. 17, 2016. Image via: [@Defenceman](#)

Width	1.8 m
Length	1.22 m
Empty Weight	1.1 kg
MTOW	5.3 kg
Price	\$159*

Source<sup>28</sup>



Image credit: Xinhua

### CH-4 Rainbow

The CASC CH-4 "Rainbow" is a medium-altitude, long-endurance surveillance and strike drone made by China Academy of Aerospace Aerodynamics. The CH-4 is flown by the Iraqi Air Force.

Shortly after Iraq acquired the CH-4 in October 2015, it began using the system to carry out drone strikes against the Islamic State.<sup>31</sup> In January 2016, an Iraqi CH-4 mistakenly killed nine members of an Iraqi Shi'ite militia that was fighting ISIL.<sup>32</sup>

The CH-4 was publicly unveiled at the Zhuhai Air Show in November 2012.<sup>33</sup> In 2016, a CH-4 performed a live fire test via a satellite link, a first for a Chinese drone.<sup>34</sup>

Like the U.S. Reaper remotely piloted aircraft, the CH-4 has a v-tail, a pusher configuration, and mid wing design. It has four external hardpoints and can be equipped with the AR-1/HU-10 anti-tank missiles.




Iraq, June 6, 2016. Image via: [Iraqi Air Force/ Facebook](#)

Wingspan	18 m
Length	9 m
MTOW	1,330 kg
Endurance	38 hrs
Range	3,500 km
Ceiling	26,264 ft

Source<sup>28</sup>



## ANEXO B-(MCRP 3-20.5)

<p>MCRP 3-20.5 (Formerly MCWP 3-42.1)</p> <hr/> <h1>Unmanned Aircraft System Operations</h1> <hr/>  <p>US Marine Corps</p> <hr/> <p>DISTRIBUTION STATEMENT A: Approved for public release; distribution is unlimited.</p> <p>PCN 144 000242 00</p>	<p>CD&amp;I (C 116) 2 May 2016</p> <p>ERRATUM to MCWP 3-42.1 UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS OPERATIONS</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Change all instances of MCWP 3-42.1, <i>Unmanned Aircraft Systems Operations</i>, to MCWP 3-20.5, <i>Unmanned Aircraft Systems Operations</i>.</li><li>2. Change PCN 143 000141 00 to PCN 144 000242 00</li><li>3. File this transmittal sheet in the front of this publication.</li></ol> <p>PCN 144 000242 80</p>
---	--

<p>MCWP 3-42.1 Unmanned Aircraft Systems Operations</p> <hr/> <h2>CHAPTER 1 FUNDAMENTALS</h2> <hr/> <h3>HISTORICAL BACKGROUND</h3> <p>Unmanned aircraft have been used by militaries since World War I when the British used modified biplanes as remotely piloted aerial torpedoes. In the 1950s and 1960s, the US Navy, Marine Corps, and Air Force operated unmanned systems, some of which were flown for reconnaissance over North Vietnam. The Marine Corps first conducted successful, sustained unmanned aerial vehicle (UAV) operations in the early 1980s when the RQ-2B Pioneer was used as a spotting platform for naval gunfire and artillery. Common terminology changed in 2008 from UAV to unmanned aircraft system (UAS), as the UAV itself was only one component of the entire system. RQ-2B Pioneer systems were initially attached to the 10th Marine Artillery Regiment, Target Acquisition Battery. In 1984, the Navy flew Pioneer systems to support naval gunfire operations off the coast of Lebanon. As the role of UASs expanded, the Marine Corps began to employ Pioneer as a designated reconnaissance asset, thus ending its exclusive role as a spotting platform. The Pioneer systems were removed from the artillery regiments and established as distinct UAS units within the Marine Division, Headquarters Battalion shortly thereafter. Remotely piloted vehicle (RPV) platoons and later RPV companies were formed and assigned to the surveillance, reconnaissance, and intelligence groups within the Marine amphibious force. Two RPV companies conducted the first sustained combat operations with Pioneer during Operation Desert Shield and Operation Desert Storm, flying over 1,200 combat hours.</p> <p>During Operation Desert Storm, Pioneer conducted hundreds of reconnaissance missions, frequently observing enemy activity and locations such as troop movements, artillery positions, armored formations, surface-to-surface missiles, and air defense sites. Shortly after Operation Desert Storm, 2d RPV Company flew in support of Operation Provide Comfort, providing surveillance and locating pockets of Kurdish refugees.</p> <p>In January 1996, RPV companies were redesignated as Marine unmanned aerial vehicle squadrons (VMUs), transferred to the aviation combat element (ACE), and reorganized under the Marine aircraft wing (MAW). This improved both maintenance practices and the integration of unmanned aircraft into the larger tactical air picture. In 1994, VMU-1 deployed to Bosnia and Herzegovina in support of Operation Joint Endeavor, where it supported North Atlantic Treaty Organization (NATO) peacekeeping operations. For the remainder of the 1990s, VMU-1 and VMU-2 trained and supported several counterdrug missions along the southern border of the United States.</p> <p>1-1</p>	<p>MCWP 3-42.1 Unmanned Aircraft Systems Operations</p> <p>In the late 1990s, the Marine Corps increased development and deployment of small, hand-launched UASs. By 2001, the Marine Corps was employing the RQ-14A Dragon Eye at the small-unit level for short-range, tactical air reconnaissance. Over 400 Dragon Eye systems were fielded to battalion-level ground units across the Marine Corps.</p> <p>In February 2003, VMU-1 and VMU-2—then comprising the entirety of the Marine Corps' UAS capability—deployed to Kuwait in support of Operation Enduring Freedom (OEF) and later to Iraq in support of Operation Iraqi Freedom (OIF) and, within Operation OIF, Operation Phantom Fury. For the next seven years, the two VMUs continuously rotated between Operations OIF and OEF, providing vital intelligence on insurgent activity, spotting for artillery fire, coordinating airstrikes, and providing battle damage assessment.</p> <p>Following the success of UASs in combat, the Marine Corps contracted the SE-20 ScanEagle, a commercial UAS, to meet the growing demand for air reconnaissance in Operations OIF and OEF. To modernize and grow the force, the Marine Corps replaced the Dragon Eye with the RQ-11B Raven Digital Data Link (DDL), a similar but significantly improved hand-launched UAS. In 2007, the Marine Corps began fielding RQ-7B Shadow systems to replace the aging RQ-2B Pioneers, assigning three RQ-7B systems to each VMU. Due to the high operational tempo of VMU-1 and VMU-2, the Marine Corps activated a third active duty squadron, VMU-3, in 2008. In 2011, VMU-4 was activated to ensure that 4th MAW was equipped with a UAS capability.</p> <p>During Operation OEF, US forces saw an increased use of improvised explosive devices within the operational area, which resulted in a joint urgent operational needs statement to increase air logistical support missions while reducing convoy traffic. In response, the Marine Corps contracted the development of two cargo resupply UASs in 2011. By mid-2014, the two rotary-wing platforms had flown over 2,000 hours, externally transporting over four million pounds of cargo to and from austere, outlying forward operating bases. Today, UASs continue to support the Marine air-ground task force (MAGTF) in multiple theaters during both major combat and contingency operations.</p> <h3>COMPONENTS</h3> <p>Joint Publication (JP) 3-52, <i>Joint Airspace Control</i>, defines a UAS as a system whose components include the necessary equipment, network, and personnel to control an unmanned aircraft. Marine Corps UASs are distinguished from munitions, decoys, and other entities capable of unmanned flight in that they are generally intended for recovery and reuse after each mission. There are five components common to all UASs: unmanned aircraft, payload, control element, communications, and support element. See Marine Corps Reference Publication (MCRP) 3-42.1A, <i>Multi-Service Tactics, Techniques, and Procedures for the Tactical Employment of Unmanned Aircraft Systems</i>, for more information.</p> <p>1-2</p>
---	--



### Unmanned Aircraft

Unmanned aircraft are rotary-wing, fixed-wing, or lighter-than-air vehicles capable of flight without an on-board crew. The unmanned aircraft includes the aircraft and its integrated equipment (i.e., propulsion, avionics, fuel, navigation, and on-board communications systems).

### Payload

Payloads may include sensors, communications relays, and weapons. The numbers and types of payloads present will affect the performance characteristics of most UASs.

### Control Element

The control element (whether ground-based, sea-based, or airborne) may handle multiple mission aspects, such as mission planning and execution, payload control, and communications. The unmanned aircraft operator is physically located at the primary UAS control element referred to as the ground control station (GCS). The GCS can be a laptop computer, large control van, shipboard module, or fixed facility. It can also be located on-board airborne platforms to enable control from manned aircraft. Some GCSs can allow one pilot or operator to control multiple unmanned aircraft. For some larger UASs, the GCS may be geographically separated from the unmanned aircraft launch and recovery site (LRS) and may be located outside the area of operations. Additionally, sensor operators control wide-area airborne surveillance and most signals intelligence (SIGINT) sensors at a location geographically separated from the primary UAS control element.

### Communications

All communications among the unmanned aircraft, UAS control element, and supported unit occur via voice and data link. The unmanned aircraft may use line-of-sight (LOS) or beyond-line-of-sight communications. Unmanned aircraft data links can directly supply the warfighter with imagery and associated metadata via direct LOS downlink to a remote video terminal (RVT). Distributed common ground systems (DCGSs), the Global Broadcast Service, or the unmanned aircraft itself can directly (e.g., RVT) transmit data products via the Department of Defense Information Network.

### Support Element

Like manned aircraft, UASs require logistic support. The UAS support element includes the equipment to deploy, transport, maintain, launch, and recover the unmanned aircraft and enable its communications.

## CATEGORIES

The Department of Defense (DOD) categorizes all unmanned aircraft into one of five groups based on three enduring attributes: maximum gross takeoff weight, normal operating altitude, and speed (see table 1-1). Group categories are based exclusively on characteristics of the unmanned aircraft itself and without regard for the composition or disposition of the remainder of the system.

1-3

Unmanned aircraft group categories were established and approved by the Joint Staff in November 2008 as a means to more easily establish joint UAS policy and to facilitate DOD interaction with the Department of Transportation and Federal Aviation Administration.

Table 1-1. Unmanned Aircraft Group Categories.

UA Category	Maximum Gross Takeoff Weight (pounds)	Normal Operating Altitude (feet)	Speed (knots indicated airspeed)
Group 1	0-20	<1,200 AGL	< 100
Group 2	21-55	<3,500 AGL	< 250
Group 3	56-1,320	< 18,000 MSL	
Group 4	> 1,320		Any airspeed
Group 5		> 18,000 MSL	

Legend

MSL—mean sea level

UAS—unmanned aircraft

Group 1 consists of small unmanned aircraft systems (SUASs) that are operated by all elements of the MAGTF: command, ground, aviation, and logistics. Unmanned aircraft systems in groups 2 through 5 are operated by the VMUs to serve as an integral component of a task-organized ACE in support of MAGTFs of any size or type.

## INTEROPERABILITY LEVELS

Table 1-2 identifies five levels of UAS interoperability. To be effective, UASs must possess the ability to operate with other Services and other nations, specifically NATO member nations. Compliance with NATO Standardization Agreement (STANAG) 4586, *Standard Interfaces of UAS Control System (UCS) for NATO UAS Interoperability*, allows NATO member nations to jointly support military operations using their own UAS and GCS equipment, increases interoperability, and allows data and information processed by member nation UASs to be shared in real time through common ground interfaces. See STANAG 4586 for detailed information.

Table 1-2. Interoperability Levels.

Level 1	Indirect receipt/transmission of UAS-related payload data
Level 2	Direct receipt of ISR data where "direct" covers reception of the UAS payload data by the unmanned control system when it has direct communication with the UAS
Level 3	Control and monitoring of the UAS payload in addition to direct receipt of ISR and other data
Level 4	Control and monitoring of the UAS, less launch and recovery capability
Level 5	Control and monitoring of the UAS, including launch and recovery capability

1-4

## FACTORS UNIQUE TO UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

Unmanned aircraft systems have unique capabilities that make them essential assets to the MAGTF. Like all aviation assets, they have limitations specific to their type, model, and series. When supported commanders and staff planners consider employing UASs as assets and integrating them into their scheme of maneuver, it is more important they consider factors that are unique to the particular type of aircraft than to weigh capabilities against limitations. In some situations, a specific factor unique to UASs may enable the aircraft to perform tasks that other aircraft cannot; in other situations, the same factor may pose limitations.

### Human Factors

One of the key benefits to employing a UAS is the risk to the UAS crew in flight is significantly reduced or eliminated. Physical factors that affect manned aircrews such as hypoxia or g-force have no effect on UAS crews. Human risk factors, however, are still important for UAS crew consideration, even though they are less affected by physical factors. Additionally, mission planners must always consider risks to other aircraft, personnel, equipment, and facilities. Because the crew is not physically located inside the cockpit, some facets of UAS operation may be more difficult. For example, the UAS crew is unable to simply look outside the cockpit or experience the physical "seat of your pants" effects, which are critical sensory inputs to manned aviation. Conversely, remote operation negates the requirement for such sensory inputs, allowing the UAS flight control computer to interpret environmental effects upon the aircraft and respond accordingly. In most cases, the system's computer is more effective than a human in interpreting and correcting these effects. Maintaining an appropriate state of alert and situational awareness over long-duration flights is a constant challenge. Advanced technology in automated flight control and mission autonomy reduces the cost and time to train operators. However, instilling flight discipline, adhering to standard aviation flight rules, and developing good aviation practices—all devoid of a self-preservation mindset—are unique and critical challenges in the development of UAS crews.

### Endurance

Unmanned aircraft systems typically have a significantly longer endurance than their manned counterparts. They can provide uninterrupted support to tactical missions and sequentially support multiple missions with a single aircraft. Additionally, UASs allow for hot seating (i.e., changing crews mid-mission), which maximizes the aircraft's endurance while preserving alertness and discipline among the crew when a single sortie is tasked to support multiple, sequential missions. For UASs, however, endurance does not necessarily increase combat range. Unmanned aircraft systems generally transit at slower speeds than manned aircraft and may require longer transit times to reach their operating areas, which may reduce available time on station.

### Multiple Communications Paths

Unmanned aircraft systems typically possess multiple communications paths between their aircrew on the ground and the aircraft. Many UASs have a large capacity for data communications in addition to single-channel radio and satellite communications (SATCOM). A UAS can act as a radio and data communications bridge between units depending on its payload, off-board system, and configuration. Unmanned aircraft systems equipped with a communications relay payload

1-5

allow crews to communicate through the aircraft to supported units. Adding a new communications path to a UAS may simply require an off-board system, which can be installed rapidly and without modification to the aircraft. Before installing additional communications systems, planners and operators must consider the collective effect of all systems on available bandwidth. Additionally, UAS crews may have the option of face-to-face communication with the supported unit or the ability to fully utilize ground-based communications networks.

### Multiple Vulnerability Points

Specific information on UAS vulnerabilities is classified; however, when supported units, staffs, and UAS planners consider threats, they must not limit considerations exclusively to the aircraft. Threats to the entire system and the associated data links must always be considered during planning.

### Sensor Reliance

Unmanned aircraft system crews are exclusively reliant upon on-board and off-board sensors and systems for situational awareness once the unmanned aircraft is beyond visual range of the crew. Unmanned aircraft system crews lack the ability to visually observe, but this does not mean they possess lesser situational awareness than manned aircraft crews. Off-board systems can establish a reliable air and ground picture that provides UAS crews with situational awareness superior to that of a manned aircraft operating under visual flight rules in the same tactical objective area. Unmanned aircraft automation reduces crew task saturation and mission cross-check times, which may allow crews to process more information than their manned counterparts.

### Meteorological Effects

Wind and precipitation have a greater effect on many UASs, as they tend to be smaller, lighter, and slower than manned aircraft. High or gusty wind conditions can adversely affect launch and recovery operations and increase fuel consumption, adversely affecting mission time. Most unmanned aircraft cannot operate in icing conditions, and most also lack watertight airframe integrity, preventing operations in even light to moderate rain.

## A FAMILY OF SYSTEMS CONCEPT OF OPERATIONS

To support MAGTF operations throughout the range of military operations, the Marine Corps employs its organic UASs as a family of systems, which performs overlapping and complementary tactical functions. These components of the Marine Corps family of UASs are employed across each level of the MAGTF with a common command and control (C2) architecture. Each UAS within the family of systems is organized within the table of equipment of a specific unit, normally assigned according to unmanned aircraft group category.

Higher echelons of MAGTF commands will possess fewer UASs, but their UASs will have increased tactical capabilities. Conversely, lower echelons will possess UASs with lesser capabilities but have more in number, therefore providing increased persistence.

1-6

Organizing the family of UASs in support of different echelons within the MAGTF—

- Maximizes asset coverage while minimizing capability gaps.
- Optimizes the capabilities of different UASs at the appropriate echelon.
- Simplifies tasking.
- Maximizes mutual support while reducing redundant tasking.
- Facilitates UAS integration within the ACE at the appropriate echelon (squadron, aircraft group, or aircraft wing).
- Task-organizes UAS units for deployment.
- Provides commanders at all levels with increased, persistent aviation support capabilities and tactical battlespace situational awareness.

#### ROLES IN THE SIX FUNCTIONS OF MARINE AVIATION

The Marine Corps achieves combined arms synergy by coordinating and organizing all of its efforts into six warfighting functions: command and control, maneuver, fires, intelligence, logistics, and force protection. Marine Corps Warfighting Publication (MCWP) 3-2, *Aviation Operations*, details how the tasks of Marine aviation fall into six integrated functional areas based on Marine aviation capabilities. These six functional areas contribute significantly to the six warfighting functions. Figure 1-1, on page 1-8, shows how Marine Corps UASs are assigned mission-essential tasks within five of the six functions of Marine aviation in support of five of the six warfighting functions. As technology continues to rapidly advance, Marine Corps UASs will perform roles of greater depth and breadth within Marine aviation. The following subparagraphs discuss each of the six functions of Marine aviation in relation to UAS task contributions.

##### Air War

Air War (AAW) refers to the actions used to destroy the enemy air and missile threat or reduce it to an acceptable level. Air War supports the force protection warfighting function. The primary purpose of AAW is to gain and maintain the required degree of air superiority, permitting the conduct of operations without prohibitive interference by opposing air and missile forces. Unmanned aircraft systems contribute to AAW by performing offensive AAW. Offensive AAW are operations conducted in AAW by air assets and air defense systems before they can be launched or assume an attacking role. Offensive AAW includes suppression of enemy air defenses.

##### Electronic Warfare

Electronic warfare is any military action involving the use of the electromagnetic spectrum (EMS) and directed energy to control the EMS or to attack the enemy. In joint doctrine, electronic warfare is a subset of electromagnetic spectrum operations (EMSO) and includes electromagnetic spectrum management operations. Electronic warfare supports the force protection, fires, and intelligence warfighting functions. Marine Corps UASs provide support to two of the three major subdivisions of electronic warfare: electronic attack and electronic warfare support.

1-7

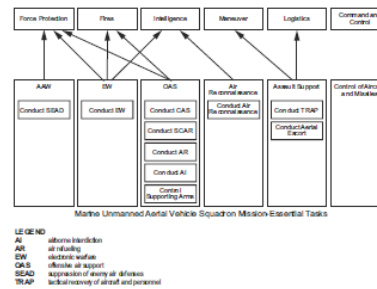


Figure 1-1. Marine Corps Unmanned Aircraft System Support to the Six Warfighting Functions.

##### Offensive Air Support

Offensive air support involves air operations conducted against installations, facilities, and personnel in order to directly assist in the attainment of MAGTF objectives by destroying enemy resources or isolating enemy military forces. Its primary support of the warfighting function is to provide fires and force protection through close air support (CAS) and deep air support. Marine Corps UASs support CAS and all three types of deep air support missions: armed reconnaissance, air interdiction, and strike coordination and reconnaissance (SCAR).

##### Air Reconnaissance

This function employs visual observation and/or sensors in aerial vehicles to acquire intelligence information. It supports the intelligence warfighting function and is employed tactically, operationally, and strategically. The three types of air reconnaissance are visual, multisensor imagery, and electronic. Marine Corps UASs primarily support multisensor imagery reconnaissance.

##### Assault Support

Assault support contributes to the warfighting functions of maneuver and logistics. Maneuver warfare demands rapid, flexible maneuverability to achieve a decision. Marine Corps UASs support this function by providing aviation support to tactical recovery of aircraft and personnel and air logistical support. Marine Corps UASs also support this function by performing aerial escort.

1-8

## CHAPTER 4 OPERATIONS

### OPERATIONAL ROLES

Marine Corps UASs are designed to focus on tactical employment in support of the MAGTF. However, just as there is overlap in the levels of war, the Marine Corps family of UASs has overlap in its capabilities. There are situations in which a UAS supporting a tactical commander may have operational or even strategic implications. Nonetheless, UASs employed by Marines are primarily tactical assets. Marine unmanned aerial vehicle squadron detachments possess an organic intelligence analysis capability to expedite the process by which a commander gains understanding of the MAGTF's tactical environment.

Unmanned aircraft systems provide the MAGTF with useful information about the area of operations and warn of existing and emerging threats by remaining on station for longer periods than manned aircraft. Due to changing mission requirements and the need for the entire enterprise to share a common tactical picture or pass information, nodes must be established throughout the MAGTF battlespace. An unmanned aircraft system provides information throughout the MAGTF via common display platforms located, at a minimum, within the UAS GCs, G-2/S-2, G-3/S-3, and G-4/S-4. As a result, UASs provide airborne reconnaissance and surveillance and rapid flow of information that MAGTF analysts can quickly transform into real-time intelligence, which then becomes actionable intelligence for the MAGTF commander.

In amphibious operations, UASs may assist the advanced force commander—and subsequently the commander, amphibious task force and the commander, landing force—with accurate information to be developed into timely intelligence. However, several considerations must be taken into account, including—

- Distance of amphibious objective area from the UAS launch point.
- Ability of friendly forces to receive data over extended distances from shore.
- Enemy anti-aircraft capabilities.
- Ability to hide friendly intentions.
- Weather in operating area.

Unmanned aircraft systems give the commander the ability to develop real-time amphibious objective area intelligence prior to an amphibious assault. The data from the UAS should be able to give imagery of the beach area including the craft landing zones, natural and manmade obstructions, enemy command and control with imagery and radio frequency sensors, other hazards to the amphibious force, and deep strike targets. Unmanned aircraft systems can be

4-1

employed to assist in the observation, coordination, delivery, and adjustment of fires in the amphibious objective area.

Special operations require robust covert UAS capabilities. Unmanned aircraft can operate over an objective area for minutes, hours, or days ahead of the arrival of special operations forces and provide continuous reconnaissance and valuable intelligence to operators on the ground.

### CONCEPT OF OPERATIONS AND TACTICS

Lessons learned from combat experience in Operations OIF and OEF have significantly influenced UAS tactics, techniques, and procedures as well as the organization of the VMU squadron itself. Ground units are expanding their use of organic UASs, and the VMU now provides multiple detachments to a MAGTF commander. The end state for the Marine Corps family of UASs is to provide a capable UAS or a VMU UAS detachment to MAGTFs of any size.

#### Surveillance and Reconnaissance for Maneuver Units

Primary airborne surveillance and reconnaissance for maneuver units will be provided by their organic SUASs. These assets, distributed down to the company/team level, are used to provide immediate, mobile, persistent FMV, still imagery, and limited SIGINT/electronic warfare capability to frontline units in direct contact with enemy forces. Because SUASs are relatively low in cost and do not contain sensitive/classified payloads, they are considered expendable (but not disposable) and are designed for use across the spectrum of conflict and through the range of military operations, to include high-threat environments. During combat operations in Iraq and Afghanistan, SUASs were proven to be extremely durable, reliable, and difficult for the enemy to detect or counter. When heavy obscuration, low cloud ceilings, or visible moisture and precipitation are present, SUASs may be the only unmanned aircraft available to the maneuver element.

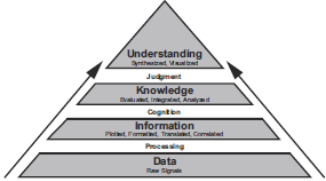
#### Movement Operations (Launch, Displace, and Recover)

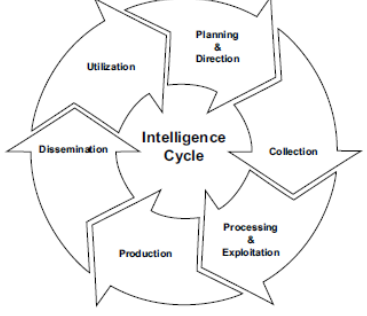
Fires and maneuver have long been established as a tenet in Marine Corps tactics. The ability to retain expeditionary mobility is built into the VMU squadron and determines the types of UASs procured for the force. Unmanned aircraft system tactics can be similarly employed to retain fluidity in the battlespace using displacement. Unmanned aircraft system units and personnel can employ movement tactics by launching an aircraft, passing control to another GC/S (or other detachment for control), and then displacing to another site to reassume control and prepare for recovery of its unmanned aircraft. This tactic provides a means to operate with maneuver forces during a major advance, as seen in the opening weeks of combat in Operation OIF. This freedom of movement also permits the UAS detachment from being fixed in one place and subsequently targeted while executing a UAS mission.

#### Single-Site Operations

Unmanned aircraft system operations can be established and flown from a single location. The benefits of this type of employment include increased command and control, reliable communications nodes, and predictable logistics and site support functions. A drawback of this type of beddown site is that the area of influence and range of action for the UAS unit are limited.

4-2

MCWP 3-42.1 Unmanned Aircraft Systems Operations	MCWP 3-42.1 Unmanned Aircraft Systems Operations
<p>Currently, UAS range and LOS restrictions limit the extent to which the UAS can operate and influence operations. Additionally, units established in one place for an extended period will often make continual improvements to their site location that can significantly add support requirements beyond that required for the original beddown configuration. Considerations for this type of employment include force protection concerns and the requirements for hardening and improving the unit's position.</p> <p><b>BATTLESPACE COORDINATION</b></p> <p><b>Time-Sensitive Targets</b></p> <p>Marine unmanned aerial vehicle squadron UAS aircrews with support element intelligence and imagery analysts can rapidly assimilate and fuse information into intelligence, giving them the ability to identify an individual or vehicle as a time-sensitive target (TST), which can be critical to the support of TST missions. Unmanned aircraft system aircrews should follow established procedures for supporting joint TST (as described in MCRP 3-16D, <i>Multi-Service Tactics, Techniques, and Procedures for Dynamic Targeting</i>). Aircrews should identify when a TST has been found and determine whether they are responsible for the emerging target. They should coordinate directly with the supported unit to highlight the TST to cognizant authorities. Aircrews may also be called upon to act as a supporting commander for the TST mission. Time-sensitive target situations may require UASs to support CAS, SCAR, airborne interdiction, other joint fires missions, and priority intelligence requirements. In the TST role, UASs are routed, controlled, coordinated, or integrated in the same manner as manned fixed- and rotary-wing aircraft as outlined in joint doctrine. Unmanned aircraft systems often have the advantage of long endurance and persistence such that greater time is afforded to track and follow a TST, making it less likely to evade detection.</p> <p><b>Transfer of Control During Mission Execution</b></p> <p>An inherent advantage of UASs and their relatively long endurance is the ability to be diverted from one mission to another. If a UAS is retasked to support a higher priority mission, the new supported commander must be knowledgeable of established UAS C2 procedures to alleviate the necessity for impromptu instruction in unmanned aviation operations. Immediate retasking of a UAS, based on the commander's guidance, will be coordinated through the DASC. Two-way communications between the VMU crew and the new supported unit must be established immediately using radio, chat, Voice over Internet Protocol, or other relay means. While the unmanned aircraft is en route to the new task, the supported unit should pass relevant, abbreviated, mission-type information, such as the situation, mission, execution, administrative and logistic requirements, and command and signal instructions to the UAS crew via any means possible.</p> <p><b>RECONNAISSANCE INFORMATION AND INTELLIGENCE MANAGEMENT</b></p> <p>The UAS is primarily employed in the conduct of air reconnaissance supporting current operations and the production of intelligence for the commander. Marines operating UASs</p> <p style="text-align: center;">4-3</p>	<p>should become thoroughly familiar with the concepts of information and intelligence found in MCWP 2-1, <i>Intelligence Operations</i>. Information can be defined as raw data, facts, or instruction presented in any form.</p> <p><b>Information and Intelligence</b></p> <p>There is a clear and important distinction between information and intelligence. Intelligence is not a mass of unfocused data or even a collection of related facts. In actuality, providing every piece of data without meaning can increase uncertainty by overloading the commander with incomplete, contradictory, or irrelevant information.</p> <p>Figure 4-1 provides a framework to distinguish between various classes of information. To be considered intelligence, raw data must be placed in context to provide an accurate and meaningful image of the hostile situation. Intelligence is developed by analyzing and synthesizing data and information to produce knowledge about the threat and environment. The commander combines this intelligence with knowledge of the friendly situation and employs experience, judgment, and intuition to understand the situation. The commander then applies this understanding when making decisions. Unmanned aircraft system aircrews and VMU-organic intelligence and imagery analysts interact closely with the supported unit's intelligence cells. This two-way flow of information between the VMU and the supported unit's intelligence specialists often enables rapid development of intelligence based on the real-time FMV, coupled with other relevant information fused by the team of intelligence experts.</p> <p>The following guidelines are especially important to the UAS aircrew so that they can effect timely, quality intelligence via an overabundance of meaningless imagery or featureless FMV:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use the supported commanders' information requirements to define the information flow.</li> <li>• Tailor information to the commander's tactical needs and filter unnecessary information.</li> <li>• Use multiple sources of information.</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Figure 4-1. The Information Hierarchy.</p> <p style="text-align: center;">4-4</p>

MCWP 3-42.1 Unmanned Aircraft Systems Operations	MCWP 3-42.1 Unmanned Aircraft Systems Operations
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deliver the information on time.</li> <li>• Disseminate accurate and relevant information.</li> <li>• Create flexible and redundant procedures and plans.</li> <li>• Protect information through a vigorous security program. If the enemy can intercept an unencrypted video or metadata stream, the element of surprise will be lost and the enemy can alter his plans to counter friendly action or employ deception. A caveat to this security requirement is to avoid over-classifying information that will preclude its timely use by those who need the information.</li> </ul> <p>The Intelligence Cycle and the Tasking, Processing and Exploitation, and Dissemination Process</p> <p>Doctrinally, Marine Corps intelligence is developed through a six-step (see fig. 4-2) intelligence cycle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planning and direction of intelligence efforts is where pertinent information requirements are identified and means are determined to meet those requirements.</li> <li>• Collection is the gathering of information and intelligence to satisfy the identified requirements and consists of the activities of organic, attached, and supporting intelligence collection assets to gather new data and deliver it to appropriate processing or production entities.</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Figure 4-2. The Intelligence Cycle.</p> <p style="text-align: center;">4-5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processing and exploitation is the conversion of collected data into information suitable for the production of intelligence.</li> <li>• Production is the evaluation, interpretation, integration, analysis, and synthesis of all information relevant to a particular information requirement into a usable, actionable intelligence product.</li> <li>• Dissemination is the timely conveyance of intelligence to users in an appropriate format.</li> <li>• Utilization of intelligence occurs in the decisionmaking process of the commander.</li> </ul> <p>The UAS community speaks of this process in a slightly modified fashion and combines some of the steps to accelerate the process and provide intelligence to decisionmakers as quickly as possible. A UAS aircrew and support crew must be able to disseminate combat information, processed intelligence, and fire support data rapidly to the appropriate users. Tasking, processing and exploitation, and dissemination are the abbreviated intelligence process steps for UASs. Figure 4-3, on page 4-7, shows the relationship between the intelligence community's six-step intelligence cycle process and the UAS tasking, processing and exploitation, and dissemination process:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasking is the identification, coordination, and positioning of assets and/or resources to satisfy collection objectives. Tasking of Marine Corps UASs is a collaborative effort between the operations and intelligence sections; however, the formal requesting and tasking process is done through operational channels. Collection is a result of the tasking of assets to gather the information.</li> <li>• Processing and exploitation is the conversion of collected information into forms suitable for the production of intelligence. Marine Corps UASs are designed to expedite the conversion of raw sensor data into products that can be readily utilized without significant manipulation of the imagery, video, or other sensor data. Intelligence and imagery analysts are embedded as part of the VMU and perform initial processing and intelligence production, greatly expediting the production step. Generally, imagery is screened by VMU intelligence or imagery analysts for information of immediate tactical value in accordance with the intelligence collection plan and reporting criteria stipulated by the intelligence support coordinator or the supported unit's intelligence officer. Intelligence and imagery analysts also provide the added benefit of providing formal positive identification of specific targets during certain situations (i.e., when the rules of engagement dictate the need of an imagery analyst for positive identification of a TST). Their estimate can be evaluated and analyzed in further detail by other analysts after this initial look.</li> <li>• Dissemination is the delivery of intelligence to users in a suitable form and the application of the actionable intelligence information to the supported unit commander. Due to the presence of organic intelligence and imagery analysts, this dissemination of actionable intelligence is nearly instantaneous within the VMU.</li> </ul> <p><b>Imagery Intelligence</b></p> <p>Per MCWP 3-31, <i>Imagery Intelligence</i>, imagery is the representation of objects reproduced electronically or by optical means on film, electronic display devices, or other media. Intelligence requirements such as imagery intelligence can form the basis of UAS operational tasking for supporting ISR or target acquisition missions.</p> <p>Imagery intelligence is a function performed by the G-2/S-2 that involves imagery analysis and integration with other intelligence activities to produce all-source intelligence products. Generally,</p> <p style="text-align: center;">4-6</p>